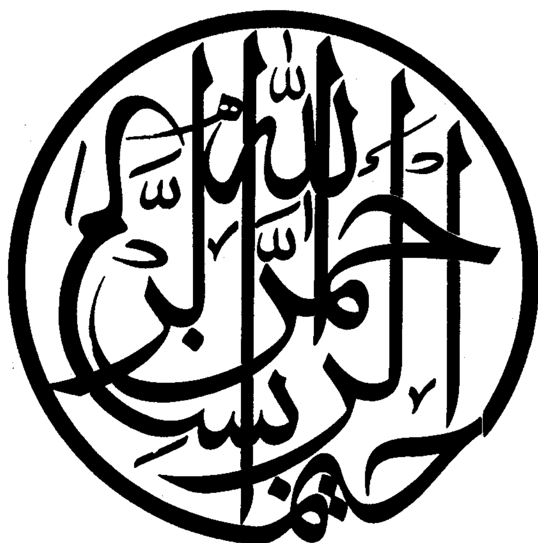


انتشارات سازمان جغرافیایی
وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح

نقشه خوانی

ترجمه:
مهندس عباس جعفری




بسم الله الرحمن الرحيم

نقشه‌خوانی

ترجمه و گردآوری:
مهندس عباس جعفری

سرشناسه: جعفری، عباس، ۱۳۱۲ - گردآورنده و مترجم.
عنوان و نام پدیدآور: نقشه‌خوانی / ترجمه و گردآوری عباس جعفری.
مشخصات نشر: تهران: سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۷۵.
مشخصات ظاهری: ۱۹۸ ص.: مصور، نقشه، جدول.
فروست: سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح؛ ۱۶۶.
شابک: ۴۰۰۰ ریال 964-6383-26-2؛ ۵۰۰۰ ریال (چاپ سوم)؛ ۱۰۰۰۰ ریال (چاپ چهارم)؛ ۱۲۰۰۰ ریال (چاپ پنجم)؛ ۱۷۰۰۰ ریال (چاپ ششم)؛ ۲۰۰۰۰ ریال (چاپ هفتم)؛ ۴۵۰۰۰ ریال (چاپ هشتم)؛ 978-964-6383-26-5.
یادداشت: پشت جلد به انگلیسی: Abbas Ja'fari. Map reading
یادداشت: چاپ دوم.
یادداشت: چاپ سوم: ۱۳۷۸.
یادداشت: چاپ چهارم: ۱۳۸۰.
یادداشت: چاپ پنجم: ۱۳۸۱.
یادداشت: چاپ ششم: ۱۳۸۵.
یادداشت: چاپ هفتم: ۱۳۸۷ (فیپا).
یادداشت: چاپ هشتم: ۱۳۹۰.
موضوع: نقشه‌ها.
شناسه افزوده: سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.
رده‌بندی کنگره: ۱۳۷۵ ۶۷ن ۷ ج / ۱۵۱ GA
رده‌بندی دیویی: ۹۱۲/۰۱۴
شماره کتابشناسی ملی: ۱۰۵۵۰ - ۷۶ م



سازمان جغرافیائی

ISBN 978-964-6383-26-5 شابک ۵-۲۶-۶۳۸۳-۹۶۴-۹۷۸

عنوان: **نقشه‌خوانی**
ترجمه و گردآوری: **مهندس عباس جعفری**
ناشر: **انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح**
نوبت چاپ: **اول - ۱۳۷۰، دوم - ۱۳۷۵، سوم - ۱۳۷۸، چهارم - ۱۳۸۰، پنجم - ۱۳۸۱، ششم ۱۳۸۵، هفتم - ۱۳۸۷، هشتم - ۱۳۹۰**
شمارگان: **۳۰۰۰ جلد**
قیمت: **۴۵۰۰۰ ریال**
حروفچینی، لیتوگرافی، چاپ و صحافی: **انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح**

مرکز پخش:
سپهر، نمایشگاه و مرکز فروش انتشارات سازمان جغرافیائی نیروهای مسلح، خیابان شریعتی، خیابان معلم
Web Site: WWW.NGO - IRAN.ir
E-Mail: info @ NGO-IRAN.ir

فهرست

فصل چهارم - مقیاس و فاصله

فصل پنجم - جهت‌ها و امتدادها

فصل ششم - پستیها و بلندیها

فصل هفتم - رونگاشت

فصل هشتم - عسکهای هوائی

فصل نهم - تهیهٔ کروکی (گرده‌برداری)

ضمیمه

اسلام با تخصص، با علم، کمال موافقت را دارد؛ لکن تخصص و علمی که به خدمت ملت باشد، بـــه خـــدمت مصالح مسلمین باشد.

حضرت امام خمینی (ره)
« صحیفه نور؛ جلد ۱۴، صفحهٔ ۲۳۲ »

کسی که بخواهد خودش را بسازد در جهت علم، نباید در یک حدی که رسید، بگوید این بس است. کسی که این معنی را توهم کند که این مقدار بس است، ایـــن ادراک نکرده است ماهیت علم را. عـــلم یک معنـــایی است، یک حقیقتی است در هر رشته‌ای که آخر ندارد.

حضرت امام خمینی(ره)
« صحیفه نور؛ جلد ۱۷، صفحهٔ ۱۷ و ۱۸ »

بدانید که فکر شما، قلب شما، قلم شما همه در محضر خداست.

حضرت امام خمینی(ره)

فصل اول

مقدمات نقشه‌خوانی

۱) تعریف نقشه

نقشه عبارت از تصویر قائم تمام یا قسمتی از عوارض سطح زمین است که به نسبت مناسبی کوچک شده و به کمک علائم و نشانه‌های مخصوصی روی سطحی مانند صفحه کاغذ و امثال آن ترسیم شده باشد.

۲) اهمیت نقشه

نقشه وسیله‌ای است که اگر بطور صحیح مورد بهره‌برداری قرار گیرد می‌تواند اطلاعات سودمندی از قبیل مسافت، موقعیت، ارتفاعات، راههای ارتباطی و غیره را در اختیار استفاده کننده قرار دهد.

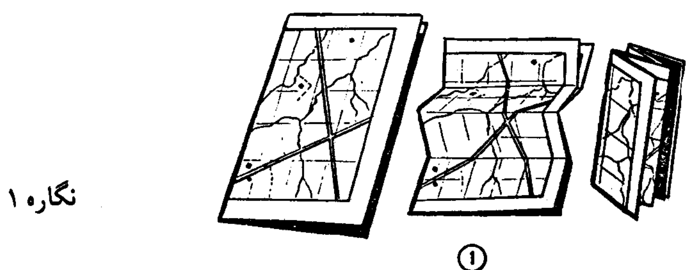
صرفنظر از امور نظامی که استفاده از نقشه را جزء ضروریات دانسته و اهمیت نقشه را همپایه سلاح انفرادی سرباز محسوب می‌دارد، زندگی امروزی کاهش زمان طی فواصل و ارتباط روزافزون جوامع بشری نیز ایجاب می‌نماید که اطلاعات اشخاص، منحصر به محیط زیست خویش نگردیده و با آگاهی از سایر مناطق و سرزمینها نیز گسترش یابد، از این رو آشنائی با نقشه و نقشه‌خوانی هرچه بیشتر بر اهمیت خود افزوده است. تا آنجا که باید اذعان داشت کیفیت نقشه در برابر دانش استفاده کننده در درجه دوم اهمیت قرار گرفته است. به

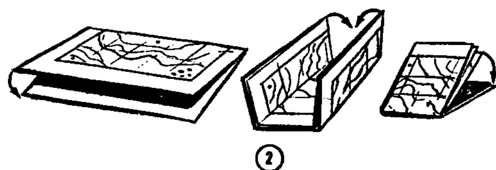
عبارتی بهترین و عالیترین نقشه نیز در برابر عدم آگاهی و ناآشنایی استفاده کننده، دارای هیچ گونه ارزشی نخواهد بود.

با ذکر این مطلب اهمیت آشنائی به زبان نقشه در مقابل هزینه‌های هنگفت و سنگینی که تهیه آن در بر دارد بخوبی آشکار گردیده و فراگیری این فن برای همگان ضروری است.

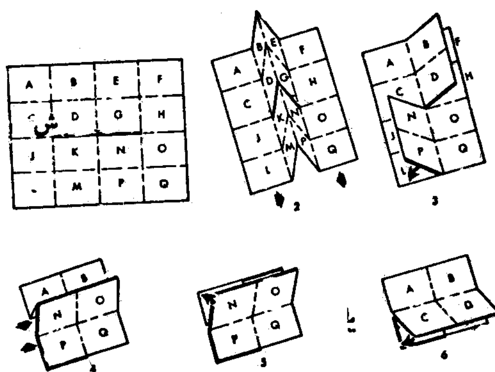
۳) نگهداری نقشه

از نکاتی که در نگهداری و حفظ نقشه باید مورد توجه قرار گیرد طرز جمع کردن و تازدن نقشه است. نگاره‌های ۱ و ۲ روش تازدن نقشه را آنچنان که آن را باندازه دلخواه و قابل حمل درآورده و بدون این که نیازی به بازکردن کامل آن باشد نشان می‌دهد.





نگاره ۱



نگاره ۲

نقشه را پس از تازدن باید داخل پوشه یا لفافی قرار داد تا از فرسایش آن جلوگیری شود.

آسترکشی یا پشت چسبانی نقشه با اجناس مناسب بویژه در پشت قطعات Q, L, F, A (در نگاره ۲) نیز یکی از طرقی است که می‌تواند به دوام و استحکام نقشه بیفزاید قبل از تازدن و بریدن نقشه (نگاره ۲) بهتر است این کار را روی قطعه کاغذی تمرین نمود تا تازدن و بریدن نقشه با کیفیت بهتری انجام شود.

چون معمولاً نقشه را روی کاغذ چاپ می‌کنند از این رو لازم است از تماس با آب و امثال آن جلوگیری شود. برای این کار مناسب‌ترین راه این است که لفافه یا پوشه حافظ نقشه، از نوع واترپروف انتخاب گردد.

یکی دیگر از طرق افزایش طول عمر نقشه روکش کردن آن به وسیله اجناسی مانند نایلون یا پلاستیکهای شفاف (سلفون) است. حسن این کار در این است که هنگام نوشتن و یا علامت‌گذاری نقشه از تماس مستقیم مدادهای رنگی و شمعی و یا قلمهای ماژیک و امثال آن با سطح نقشه جلوگیری شده و در ضمن پاک کردن این علائم علاوه بر آسانی، به نقشه نیز آسیبی نمی‌رسد.

۴) حفاظت و ایمنی نقشه

گرچه نقشه را خودبخود نمی‌توان به عنوان یک مدرک طبقه‌بندی شده تلقی نمود، اما از آنجائیکه تهیه نقشه نمایشگر فعالیتها و طرحهائی است که در آینده اجرا خواهند شد، از این رو ایجاب می‌نماید که مصالح و ایمنی را در مورد آنها رعایت نمود تا از دسترسی عموم اشخاص به این مدرک جلوگیری شود. رعایت این موضوع زمانی آشکار می‌گردد که از نقشه برای نمایش وضع نیروهای نظامی استفاده شود و موقعیت و وضعیت نیروها روی آن مشخص گردد.

۵) انواع نقشه‌ها و کاربرد آنها

نقشه‌های نظامی آن قبیل نقشه‌هائی هستند که برای استفاده عملیات زمینی، هوائی و دریائی نیروهای نظامی تهیه می‌گردند. چارتهای آبنگاری (هیدروگرافی) و هوانوردی (یا

ناوبری هوائی) جزء این سری نقشه‌ها می‌باشند.

- نقشه‌ها را معمولاً از نظر مقیاس و نوع، بشرح زیر طبقه‌بندی می‌کنند:

الف - انواع نقشه از نظر مقیاس

بطوری که بعداً در مبحث مقیاس خواهیم دید، مقیاس عبارت از کسری است که نشان دهنده نسبت فواصل روی نقشه به فواصل افقی مشابه آن در طبیعت است.

تقسم بندی مقیاس نقشه‌ها بصورت ۳ حالت زیر خیلی متناسب به نظر نمی‌رسد. در کتب دیگر بصورت نقشه‌های

۱) خیلی کوچک مقیاس (جغرافیائی) حداکثر ۱:۱۰۰۰۰۰۰

۲) کوچک مقیا ن حداکثر ۱:۱۰۰۰۰۰

۳) متوسط مقیاس حداکثر ۱:۲۵۰۰۰

۴) بزرگ مقیاس از ۱:۱۰۰۰۰ و بزرگتر تا ۱:۵۰۰ را تقسیم بندی نموده‌اند.

بطور کلی کوچکی و یا بزرگی مقیاس را از بزرگی و یا کوچکی مخرج کسر مقیاس می‌توان تشخیص داد. به طور مثال $\frac{۱}{۵۰۰۰}$ هر چیز از $\frac{۱}{۵۰۰}$ همان چیز کوچک‌تر است. بعبارت دیگر هرقدر مخرج کسر بزرگتر باشد بهمان نسبت مقیاس کوچکتر خواهد بود.

الف - ۱) نقشه‌های کوچک مقیاس Small Scale Maps

نقشه‌هائی که مقیاس آنها از ۱:۱۰۰۰۰۰ کوچکتر باشد نقشه‌های کوچک مقیاس نام دارند. این نقشه‌ها برای طرح‌ریزی‌ها و بررسیهای کلی در مناطق وسیع بکار برده می‌شوند.

الف - ۲) نقشه‌های متوسط مقیاس Medium Sacl Maps

نقشه‌هائی که مقیاس آنها از ۱:۲۵۰۰۰ کوچکتر است نقشه‌های متوسط مقیاس بوده و برای طرح ریزیهای عملیاتی شامل طی مسیرها، و مطالعات اولیه طرحها بکار می‌روند.

الف - ۳) نقشه‌های بزرگ مقیاس Large Scale Maps

نقشه‌هائی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ و بزرگتر تا ۱:۵۰۰، جزء نقشه‌های بزرگ مقیاس محسوب گردیده و برای عملیات و همچنین امور اداری گروههای صحرائی بکار می‌روند.

ب- طبقه‌بندی نقشه از نظر نوع

ب - ۱) نقشه‌های پلانیمتری Planimetric Maps

نقشه‌های پلانیمتری نقشه‌هائی هستند که فقط موقعیت مسطحاتی عوارض را نشان می‌دهند.

ب - ۲) نقشه‌های توپوگرافی Topographical Maps

نقشه‌هائی که علاوه بر موقعیت مسطحاتی، ارتفاع عوارض را نیز مشخص سازند، نقشه‌های توپوگرافی نام دارند.

ب - ۳) نقشه‌های برجسته پلاستیکی Plastic relief Maps

این نقشه‌ها در واقع همان نقشه‌های توپوگرافی هستند که روی اوراق پلاستیکی P.V.C چاپ شده و به آنها فرم سه بعدی داده شده است.

ب - ۴) نقشه عکسی (فتومپ) Photo map

نقشه‌هائی که از کنار هم چیدن عکسهای هوائی بوجود آید و علاوه بر اطلاعات حاشیه‌ای، متن آن دارای شبکه‌بندی و نام عوارض و مانند آن باشد نقشه عکسی یا فتومپ نامیده می‌شود.

ب - ۵) نقشه عکسی برجسته پلاستیکی Plastic relief photo map

این نقشه‌ها در واقع همان نقشه‌های عکسی هستند که روی اوراق پلاستیکی چاپ شده

و به آن فرم سه بعدی داده شده باشد.

ب - ۶) موزائیک عکسهای هوائی Photomosaic

موزائیک عکسهای هوائی از کنار هم چیدن عکسهای هوائی بدست می‌آید، موزائیک عکسهای هوائی معمولاً فاقد اطلاعات حاشیه‌ای و توضیحات متن می‌باشد.

ب - ۷) نقشه نظامی شهرها Military City Maps

این نقشه‌ها از جمله نقشه‌های توپوگرافی هستند که از شهرها تهیه گردیده و روی آنها اطلاعات مخصوصی مانند اماکن نظامی و امثال آن نمایش داده شده است. مقیاس این نقشه‌ها متناسب با اهمیت شهر و وسعت آن انتخاب می‌گردد.

ب - ۸)نقشه‌های عملیات مشترک Joint operation Graphics

این نقشه‌ها از جمله نقشه‌های نظامی هستند که برای عملیات مشترک هوائی و زمینی به کار می‌روند. نقشه‌های عملیات مشترک در دو نوع بنام نقشه‌های عملیات مشترک زمینی ونقشه‌های عملیات مشترک هوائی تهیه می‌گردند. عوارض توپوگرافی در هر دو نوع این نقشه‌ها یکسان بوده و غیر از رنگ ظاهری تنها اختلاف آنها دراین است که ارتفاعات و منحنیهای میزان در نوع زمینی برحسب متر و در نوع هوائی برحسب پا نمایش داده شده است.

ب - ۹) پیکتومپ Pictomap

در این نقشه‌ها که در واقع همان نقشه‌های عکسی (Photo-map) هستند از رنگهای مناسبی برای نمایش عوارض مختلف استفاده گردیده است.

ب - ۱۰) نقشه‌های ویژه Special Purpose map

نقشه‌های ویژه نقشه‌هائی هستند که برای مقاصد خاصی تهیه می‌گردند. غالباً نقشه‌های

معمولی را با افزودن پاره‌ای اطلاعات که متناسب با نظر استفاده کننده است می‌توان به نقشه‌های ویژه تبدیل نمود. این نقشه‌ها در انواع بسیار زیادی که پاره‌ای از آنها به شرح زیر است تهیه می‌گردند:

الف) شکل زمین و زمین‌شناسی

ب) خصوصیات مجاری آب و زه‌آبها

پ) روئیدنی‌ها

ت)آب و هوا

ث) بنادر و خطوط ساحلی

ج) راهها و پلها

چ) راه‌آهن

ح) فرودگاه

خ) شهرها و مناطق مسکونی

د) نیروی برق

ذ) منابع سوخت

ر) منابع آب

ز) منابع آبهای زیرزمینی

ژ) منابع طبیعی

س) ساختمان فرودگاهها

فصل ۲

اطلاعات حاشیه‌ای و علائم راهنما

الف) اطلاعات حاشیه‌ای Marginal Information

اطلاعات حاشیه‌ای عبارتند از مجموعه اطلاعات و توضیحاتی که بصورت نوشته و یا دیاگرام در اطراف نقشه نمایش داده می‌شود. این توضیحات برای آسانی کار استفاده کنندگان و آشنائی آنان به میزان دقت، قابلیت و کاربرد نقشه بکار می‌رود.

نقشه پیوست این کتاب یک قطعه نقشه توپوگرافی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و اعداد داخل دایره قرمزرنگ، نمایشگر پاره‌ای اطلاعات حاشیه‌ای بشرح زیر است که استفاده کنندگان نقشه باید به آنها آگاهی داشته باشند.

الف - ۱) نام نقشه Sheet name

نام نقشه معمولاً در وسط حاشیه بالائی و یا در گوشه سمت راست حاشیه پائینی نقشه نوشته می‌شود.

قاعدتاً نام بزرگترین و یا برجسته‌ترین عارضه موجود در نقشه به عنوان نام نقشه انتخاب می‌گردد.

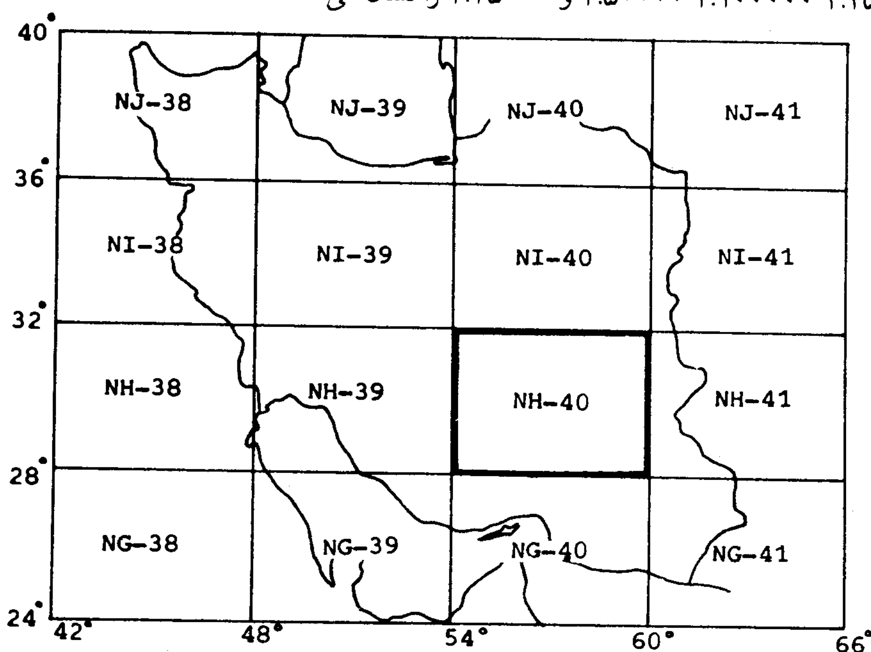
Sheet Number

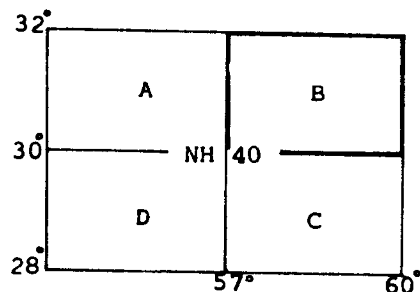
الف - ۲) شماره برگ

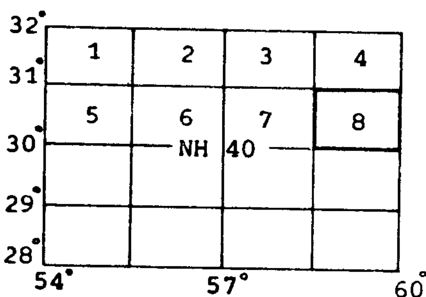
شماره‌ای که در نقشه نوشته می‌شود با توجه به دستورالعمل‌ها و آئین‌نامه‌های خاصی که معمولاً هر کشور برای خود تدوین می‌نماید انتخاب می‌گردد.

شماره برگ نقشه‌های پوششی کشور مطابق آئین‌نامه روش قطع‌بندی و شماره‌گذاری نقشه‌ها که با توجه به موافقت‌نامه‌ها و قراردادهای بین‌المللی تدوین شده تعیین می‌گردد.

نگاره‌های شماره ۳ و ۴ ترتیب شماره‌گذاری نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ ۱:۱۰۰۰۰۰ ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ را نشان می‌دهد.





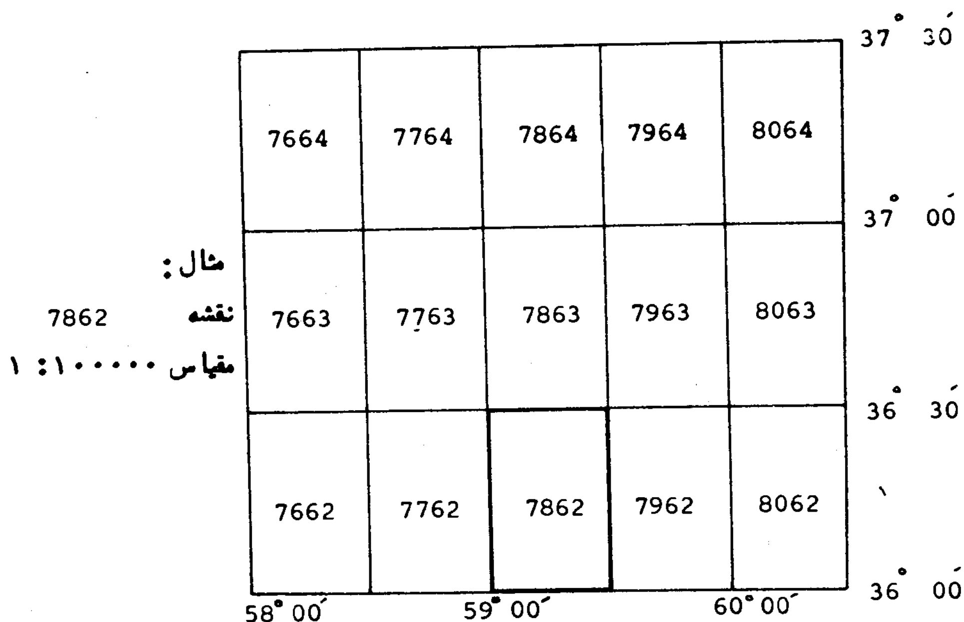


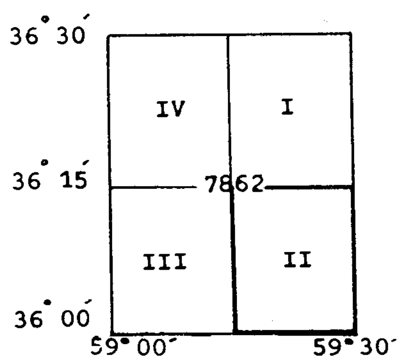
مثال : نقشه NH-40 B مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰

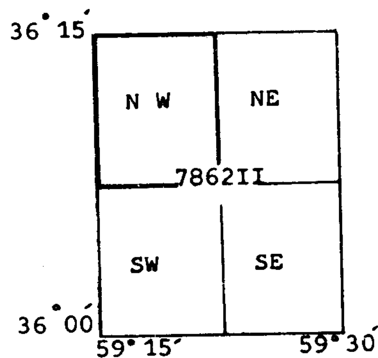
مثال : نقشه NH-40 8 مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰

روش شماره گذاری نقشه های ۱:۱۰۰۰۰۰۰ ، ۱:۵۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰

نگاره ۳


37° 30′
37° 00′
36° 30′
36° 00′
7664
7764
7864
7964
8064
7663
7763
7863
7963
8063
7662
7762
7862
7962
8062
58° 00′
59° 00′
60° 00′
مثال :
نقشه 7862
مقیاس ۱۰۰۰۰۰ : ۱


36° 30′
36° 15′
36° 00′
IV
I
7862
III
II
59° 00′
59° 30′
مثال :
نقشه 7862 II
مقیاس ۵۰۰۰۰ : ۱


36° 15′
36° 00′
N W
NE
7862II
SW
SE
59° 15′
59° 30′
مثال :
نقشه 7862 IINW
مقیاس ۲۵۰۰۰ : ۱

نگاره ۴

الف - ۳) عنوان سری و مقیاس

به پوشش کاملی از یک منطقه وسیع که طی یکدوره نقشه‌های آنها تهیه می‌گردد عدد یا عنوانی داده می‌شود که به آن عنوان، سری نقشه گفته می‌شود. این عنوان همچنین به آن قبیل نقشه‌هائی که برای مقاصد مشترکی تهیه می‌گردند نیز اطلاق می‌شود.

عنوان سری در گوشه نقشه نوشته می‌شود و معمولاً مقیاس نقشه نیز در کنار آن قید می‌گردد. مانند «ایران ۱:۵۰۰۰۰» که ایران عنوان سری و ۱:۵۰۰۰۰ مقیاس نقشه است.

الف - ۴) شماره سری Series number

شماره سری ترکیبی است از حروف و اعداد و یا یک عدد چهاررقمی که حروف و اعداد مزبور مطابق مقررات خاصی که تقریباً جنبه بین‌المللی دارد انتخاب می‌گردد. مثلاً در شماره سری K753 حرف K معرف منطقه خاورمیانه، عدد 7 کد مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، عدد 5 کد کشور ایران و عدد 3 معرف تعداد دفعاتی است که نقشه ۱:۵۰۰۰۰ کشور ایران با استفاده از منابع مختلف تهیه گردیده است.

شماره سری در گوشه سمت راست کناره بالائی و گاهی نیز در گوشه سمت چپ کناره پائین نقشه نوشته می‌شود.

الف - ۵) شماره ویرایش Edition number

شماره ویرایش معمولاً در حاشیه بالائی و همچنین در کناره پائین و سمت چپ نقشه نوشته می‌شود. بطور کلی شماره ویرایش معرف سن نقشه بوده و در مقایسه دو نقشه، شماره ویرایش بزرگتر، نشان دهنده نقشه جدیدتر وشماره کوچکتر معرف قدمت نقشه است. به همین جهت نقشه‌هائی که شماره ویرایش آنها بزرگتر است حاوی اطلاعات کاملتر و بیشتری نسبت به نقشه با شماره ویرایش کوچکتر است.

الف - ۶) مقیاس ترسیمی یا مقیاس خطی — Graphic scale

محل مقیاس ترسیمی در وسط حاشیهٔ پائین نقشه است. معمولاً مقیاس ترسیمی را با واحدهای مختلفی مانند متر، یارد و میل دریائی و مانند آن نمایش می‌دهند.

الف - ۷) اطلاعات عمومی حاشیه نقشه — Credit note

دیگر اطلاعات حاشیه‌ای نقشه مجموعه اطلاعاتی درباره نام تهیه کننده، نحوه تهیه، تاریخ تهیه و یا تاریخ و روش بازنگری نقشه است کـه و بـرای راهنمـایی استفـاده‌کنندگـان در ارزشیابی نقشه بکار می‌رود و در سمت چپ کناره پائین نقشه قید می‌گردد.

اطلاعات مزبور را درپاره‌ای از نقشه‌های جدید به صورت جداولی تنظیم نموده و یا نموداری بنام دیاگرام پوشش Coverage Diagram آنرا تکمیل می‌کنند.

الف - ۸) راهنمای اتصال نقشه‌ها — Adjoining sheets diagram

این راهنما عبارتست از جدولی که طرز کنار هم قرار دادن و اتصال نقشه‌ها را بشرح زیر نشان می‌دهد.

این راهنما در نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ و بزرگتر و همچنین در نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰۰ از چند مربع مستطیل تشکیل شده است که وضعیت نقشه‌ها را نسبت به هم نشان می‌دهد.

معمولاً تعداد این مستطیل‌ها ۹ عدد بوده و شماره هر برگ به ترتیب در داخل یکی از آنها نوشته شده است.

در نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ علاوه بر راهنمای مزبور شماره سری وهمچنین شماره نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ (که نقشه مورد نظر در داخل آن قرار گرفته است) در زیر راهنمای اتصال نقشه‌ها قید می‌گردد (نگاره شماره ۵).

در نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ این راهنما بصورت ۲۵ مستطیل بهم چسبیده می‌باشد که در داخل آنها شماره هر برگ بطور جداگانه نوشته شده است.

محل این نمودار معمولاً در سمت راست حاشیه پائین نقشه می‌باشد.

راهنمای نقشه‌های مجاور

7762 I	7862 IV	7862 I
7762 II	7862 III	7862 II
7761 I	7861 IV	7861 I

این نقشه قسمتی از قطعه ۱:۲۵۰٬۰۰۰ شماره NJ 40-16 سری K551 میباشد

نگاره ۵

الف - ۹) نمودار مرزی
Index to boundaries

معمولاً در نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ و بزرگتر و همچنین نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰۰ از دیاگرامی بنام نمودار مرزی برای نمایش وضعیت خطوط مرزی اعم از بین‌المللی و کشوری (مانند حدود استانها و شهرستانها) استفاده می‌شود و محل آن در حاشیه پائین نقشه است.نمایش این نمودار اختیاری بوده و بهمین جهت درباره‌ای نقشه‌های بزرگ مقیاس که فاقد خطوط مرزی هستند و یا تهیه کننده نقشه به دلایلی رسم خطوط مرزی را صلاح نداند آنرا حذف می‌کند.

الف - ۱۰) توضیح درباره سیستم تصویر
Projection note

نوع سیستم تصویر در واقع یکی از اساسی‌ترین خصوصیات هر نقشه است. سیستم تصویر نقشه‌های پوششی را از نوع مشابه Conformal انتخاب می‌کنند. این امر به این علت است که مناطق کوچکی از سطح زمین پس از تصویر، شکل حقیقی خود را حفظ نمایند، ضمناً زوایا تقریباً به اندازه حقیقی خود تصویر شوند و ضریب مقیاس در تمام جهات تقریباً بیک اندازه ثابت بماند.

توضیح مربوط به سیستم تصویر توسط یک جمله بشرح زیر درکناره پائین نقشه درج می‌گردد:

الف - برای مناطق بین مدار ۸۰ درجه عرض جنوبی تا ۸۴ درجه عرض شمالی سیستم تصویر ترنسورزمرکاتور Transverse Mercator بکار رفته و جمله به صورت «سیستم تصویر ترنسورزمرکاتور» می‌باشد.

ب - برای مناطق قطبی یعنی جنوب مدار ۸۰ درجه و شمال مدار ۸۴ درجه عرض جغرافیایی «سیستم تصویر استریوگرافی قطبی Polar Stereographic » بکار رفته و جمله به صورت «سیستم تصویر استریوگرافی قطبی» نوشته می‌شود.

الف - ۱۱) توضیح مربوط به شبکه‌بندی — Grid note

معمولاً این شرح در وسط حاشیه پائین نقشه نوشته شده و شامل توضیحاتی درباره سیستم شبکه‌بندی، فاصله خطوط شبکه، اعداد و شماره‌هائی که برای سهولت کار از ارقام شبکه‌بندی حذف شده و همچنین هنگامی که شبکه بندی دو منطقه (Zone) در دو نقشه مجاور روی هم قرار می‌گیرند، می‌باشد.

الف - ۱۲) جدول راهنمای تعیین مختصات — Grid reference box

این جدول در واقع راهنمائی برای نحوه تعیین مختصات بوده و محل آن در حاشیه پائین نقشه می‌باشد.

الف - ۱۳) توضیح مربوط به مبنای ارتفاعات — Vertical datum note

توضیح مربوط به مبنای ارتفاعات که در واقع بلندی کلیه نقاط نقشه، نسبت به آن سنجیده می‌شود در وسط حاشیه پائین نقشه درج می‌گردد.

الف - ۱۴) توضیح مربوط به مبنای مسطحات — Horizontal datum note

توضیح مربوط به مبنای مسطحات نقشه که در واقع موقعیت مسطحاتی کلیه نقاط کنترل نقشه نسبت به آن سنجیده می‌شود در وسط حاشیه پائین نقشه نوشته می‌شود (معمولاً جای آن

زیر توضیحات مربوط به مبنای ارتفاعات است).

الف - ۱۵) راهنمای علائم — Legend

محل راهنمای علائم، معمولاً در حاشیه پائین و سمت چپ نقشه بوده و هدف از درج راهنمای علائم، آشنایی استفاده‌کنندگان از علائم و نشانه‌هائی است که در متن نقشه بکار رفته‌اند.

الف - ۱۶) نمودار شمال‌ها — Declination diagram

منظور از نمودار شمال‌ها آگاهی از میزان انحراف میان شمال جغرافیایی، شمال مغناطیسی و شمال شبکه است. محل این نمودار در نقشه‌های مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و بزرگتر در حاشیه پائین نقشه بوده و در نقشه‌های مقیاس کوچکتر مانند ۱:۲۵۰۰۰۰ به جای نمودار به توضیح مختصر و کوتاهی اکتفا می‌شود.

الف - ۱۷) درخواست همکاری — Users note

این توضیح بمنظور استفاده از نظرات استفاده کنندگان در تصحیح و تکمیل نقشه بوده و محل آن در حاشیه پائین نقشه می‌باشد.

الف - ۱۸) نام سازمان چاپ کننده — Unit imprint

این توضیح در حاشیه پائین نقشه آورده شده و هدف از آن معرفی موسسه و سازمان چاپ کننده نقشه است.

الف - ۱۹) فاصله منحنی‌های تراز — Contour interval

محل این توضیح در وسط حاشیه پائین نقشه بوده و هدف از آن آگاهی از فاصله میان دو منحنی تراز متوالی اصلی، واسطه و یا فرعی می‌باشد.

الف - ۲۰) توضیحات ویژه — Special notes

علاوه بر اطلاعات اشاره شده در بالا گاهی لازم است توضیحات دیگری نیز در محل مناسبی از حاشیه نقشه نوشته شود تا استفاده کنندگان را در کاربرد نقشه، بیشتر یاری نماید. معمولاً این توضیحات عبارتنداز:

الف - ۲۰ - ۱) فهرست اصطلاحات محلی — Glossary

فهرست اصطلاحات محلی و معانی آن به زبان اصلی برای کسانی که از نقشه‌های مناطق بیگانه استفاده می‌کنند ضروری است. مثلاً نقشه‌هائی که به زبان انگلیسی از مناطق مخصوصی مانند کشورهای غیرانگلیسی زبان تهیه می‌شود.

الف - ۲۰ - ۲) ممنوعیت حق طبع و تقلید

معمولاً حق طبع و تقلید مخصوص تهیه کننده نقشه بوده و ذکر جمله مناسبی برای تأکید این مطلب ضروری است.

الف - ۲۰ - ۳) دیاگرام پوششی — Coverage diagram

این دیاگرام که وضعیت منطقه را از نظر پوشش عکس و یا مدارک مختلف مشخص می‌کند بیشتر برای ارزشیابی نقشه بکار می‌رود.

الف - ۲۰ - ۴) دیاگرام ارتفاعی — Elevation diagram

این دیاگرام وضعیت شیب عمودی منطقه را با استفاده از رنگهای مختلف نشان می‌دهد.
فاصله از شهرهای بزرگ که در مجاورت و نزدیکی نقشه می‌باشند در حاشیه نقشه نوشته می‌شود.

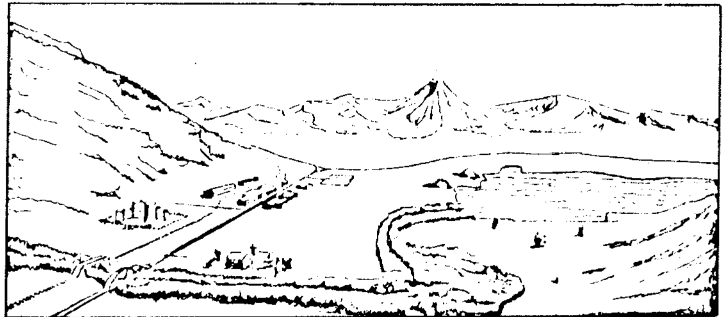
فاصله یک ثانیه عرض جغرافیائی برحسب متر در حاشیه نقشه‌های متوسط مقیاس آورده می‌شود.

الف - ۲۰ - ۵) سندیت خطوط مرزی

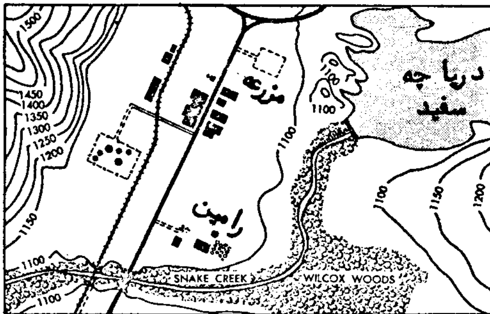
غیر از نقشه‌هائی که صرفاً برای نمایش خطوط مرزی تهیه می‌گردند، ذکر جمله مناسبی مبنی بر این که خطوط مرزی روی نقشه (چنانچه خط مرز روی نقشه وجود داشته باشد) سندیت ندارد برای جلوگیری از هرگونه ابهام و مشکلات سیاسی احتمالی ضروری است.

ب) نشانه‌های راهنما (علامتهای توپوگرافی) Topographic map symbols

بطوریکه در تعریف نقشه دیدیم نقشه عبارتست از نمایش عوارض سطح زمین، اما از آنجایی که نشان دادن کلیه عوارض به همان شکل و ابعاد حقیقی خود در نقشه میسّر نیست و یا بعبارت دیگر نمایش پاره‌ای عوارض کوچک پس از تبدیل به مقیاس امکان پذیر نمی‌باشد، از این‌رو برای نمایش این قبیل عوارض از علائم و نشانه‌هایی که حتی‌الامکان به شکل واقعی آن نزدیک باشد استفاده می‌شود (شکلهای ۶ و ۷)



نگاره ۶



نگاره ۷

از آنجایی که کلیه عوارض طبیعی باید متناسب با مقیاس، کوچک شده و روی نقشه

نمایش داده شود، از این رو ناگزیر گاهگاه از پاره‌ای علائم بطور اغراق‌آمیز استفاده می‌شود. مثلاً چون ترسیم حلقه چاهی به قطر یک متر در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ (که هر میلی‌متر آن برابر ۲۵ متر در طبیعت است) غیرممکن است، لذا از دایره کوچکی بقطر مثلاً یک میلیمتر برای این منظور استفاده می‌شود که با توجه به اندازه حقیقی آن، رقم اغراق‌آمیزی به نظر می‌رسد.

ولی بهر صورت غیر از وضعیت خاصی که برای عوارض مجاور راهها وجود دارد (زیرا خود راهها را نیز باید بطور اغراق‌آمیز نمایش داد) مرکز این قبیل علائم، موقعیت حقیقی آنها را نشان می‌دهد.

ج) رنگها در نقشه

برای اینکه تشخیص عوارض مختلف روی نقشه به آسانی امکان‌پذیر باشد، از رنگهای مناسبی که به طبیعت عوارض و علائم نقشه نزدیک باشد استفاده می‌شود.

با وجود این که تعداد رنگها در نقشه‌های مختلف، متفاوت است ولی بطور کلی رنگهای اساسی نقشه بشرح زیر است:

ج - ۱) رنگ سیاه برای پاره‌ای عوارض مصنوعی مثل حدود شهرها و جاده‌ها و همچنین اسامی متن نقشه، شبکه قائم‌الزاویه و جغرافیائی نقشه بکار می‌رود.

ج - ۲) رنگ آبی برای عوارض آبی مانند رودخانه‌ها، دریاها، دریاچه‌ها و امثال آن.

ج - ۳) رنگ سبز برای روئیدنیها مانند جنگل، باغ و امثال آن.

ج - ۴) رنگ قهوه‌ای برای نمایش برجستگیها و منحنیهای تراز.

ج - ۵) رنگ قرمز برای راههای اصلی، مناطق مسکونی و غیره.

ج - ۶) رنگ زرد معمولاً برای حدود زمینهای زراعتی و ...

علاوه بر رنگهای بالا گاهی از رنگهای دیگری که متناسب با نوع نقشه باشد، استفاده می‌شود. مثلاً در نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ عملیات مشترک زمینی و هوائی، از رنگ بنفش برای نمایش عوارضی مانند تأسیسات هوائی و یا آن قبیل عوارضی که در عملیات مشترک نظامی نقش مهمی دارند استفاده می‌شود.

فصل ۳

شبکه بندی قائم‌الزاویه

۱ - تعیین موقعیت Identifying location

معمولاً وقتی بخواهیم با شخصی در یک نقطه از شهر که برای هر دو شناخته شده باشد قرار ملاقات بگذاریم، محل ملاقات را به کمک نام، شماره خیابانها و کوچه‌ها تعیین می‌کنیم. مثلاً هنگامی که می‌گوئیم در محل تلاقی خیابانهای فردوسی و حافظ منتظر دیدار شما هستم قاعدتاً برای دیدار شونده جای هیچ ابهامی از نظر پیدا کردن محل ملاقات باقی نمی‌ماند.

این طریقه ساده‌ترین روش تعیین موقعیت در داخل شهرهائی است که برای هر دو طرف شناخت شده باشد. اما مشکل واقعی هنگامی احساس می‌گردد که محل دیدار برای طرفین ناشناخته باشد. مثلاً وقتی هنگام عملیات راهپیمائی در یک منطقه ناآشنا قرار الحاق دو گروه در محل مخصوصی گذارده شود، ناگزیر باید تدبیری اندیشید تا برای گروههای دیدار شونده جای هیچگونه شک و تردید از نظر پیدا کردن نقطه دیدار باقی نماند.

برای این منظور باید از روشهای دقیق و یکنواختی که به آسانی قابل فراگرفتن و به زبانی ساده قابل تفهیم متقابل باشد استفاده شود که پاره‌ای از آنها در این بخش مورد بررسی قرار می‌گیرد. به طور کلی برای اینکه سیستمی قابل استفاده شود باید دارای شرایط زیر باشد:

الف - نیازی به شناخت منطقه نداشته باشد.

ب - در مناطق وسیع قابلیت عمل داشته باشد.

ج – نیاز به علامت یا نشانه مشخصه‌ای در زمین نداشته باشد.

چ) برای هر نقشه و هر مقیاس، قابلیت عمل آن حفظ گردد.

ح) برای همه افراد گروه به آسانی قابل فهم باشد.

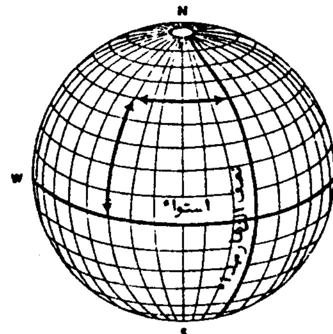
۲ - مختصات جغرافیائی

Geographical coordinations

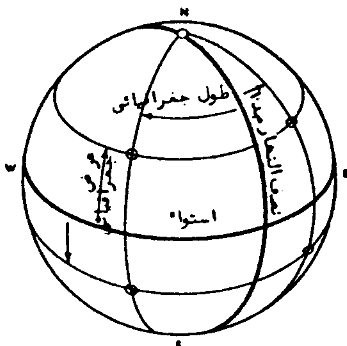
بی گمان یکی از قدیمترین روشهای تعیین موقعیت، سیستم مختصات جغرافیایی است که در آن از دوایری که از قطبین کره زمین می‌گذرند و همچنین دوایری که به موازات نیمگان (استوا) زمین (دوایر شرقی غربی) و بر دوایری که از قطبین می‌گذرند (دوایر شمالی جنوبی) عمود باشند بعنوان محورهای مختصات یا سطوح مختصات استفاده شده و شبکه‌ای مرکب از دوایر مزبور سطح زمین را می‌پوشاند و در نتیجه تعیین موقعیت کلیه نقاط واقع بر سطح زمین را امکان‌پذیر می‌سازد.

دوایر شمالی جنوبی که از قطبین زمین عبور کرده و بر سطح نیمگان (استوا) زمین عمود باشند دایره‌های نیمروز (نصف‌النهار) و دوایری کوچک که به موازات نیمگان (استوا) زمین رسم شده و بر دوایر نیمروز (نصف‌النهار) عمود باشند دایره‌های همرو (مدارات) عرض جغرافیایی نامیده می‌شوند.

طول جغرافیایی زاویه بین دایره‌های نیمروز (نصف‌النهار) و عرض جغرافیایی زاویه بین دایره نیمگان (استوا) و دایره‌های همرو (مدارات) و یا زاویهٔ بین امتداد قائم بر محل و صفحهٔ استوا می‌باشد. (نگاره‌های ۸ و ۹)



نگاره ۸



نگاره ۹

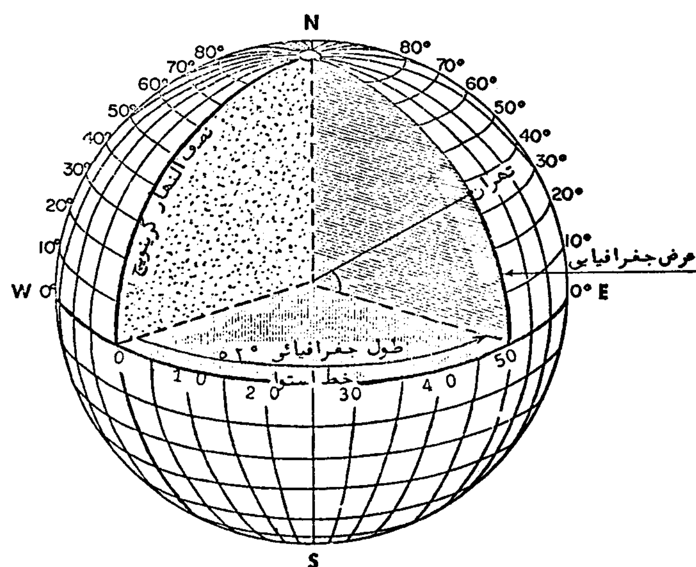
در این سیستم برای ایجاد یکنواختی یکی از دایره‌های نیمروز (نصف‌النهار) را که از محلی بنام گرینویچ در انگلستان می‌گذرد به عنوان نیمروز نخستین (نصف‌النهار مبدأ) انتخاب کرده و طول جغرافیایی نقاط مختلف را نسبت به دایره مزبور در سوی شرق یا غرب بنام طول شرقی و یا طول غربی اندازه‌گیری می‌کنند و همچنین دایره نیمگان (استوا) زمین را نیز به عنوان مبدأ عرض جغرافیایی برگزیده و عرض نقاط مختلف زمین را نسبت به دایره مزبور در سوی شمال یا جنوب بنام عرض شمالی یا عرض جنوبی اندازه می‌گیرند. یکی از ویژگی‌های مختصات جغرافیایی این است که همواره ابعاد آن را با واحدهای قوسی (یا زاویه‌ای) اندازه‌گیری می‌کنند، از این رو لازم است یادآوری کنیم که:

هر دایره به ۳۶۰ قسمت مساوی تقسیم شده که هر قسمت را یک درجه می‌نامند. هر درجه به ۶۰ قسمت بنام دقیقه و هر دقیقه نیز به ۶۰ قسمت بنام ثانیه تقسیم گردیده است. درجه را با علامت (°) دقیقه را با علامت (′) و ثانیه را با علامت (″) نمایش می‌دهند.

عرض جغرافیایی از صفر درجه روی خط نیمگان (استوا) آغاز گردیده و تا ۹۰ درجه رو به قطب شمال بنام عرض شمالی و ۹۰ درجه رو به قطب جنوب بنام عرض جنوبی اندازه‌گیری می‌شود (بدیهی است قطب شمال در عرض ۹۰ درجه شمالی وقطب جنوب در ۹۰ درجه عرض جنوبی قرار گرفته است) به همین جهت همواره لازم است عرض جغرافیایی نقاط را برحسب قرارگرفتن آنها در شمال و یا جنوب دایره نیمگان (استوا) با کلمه عرض شمالی (N) و یا عرض جنوبی (S) مشخص سازیم. در مورد طول جغرافیایی نیز وضعیت بهمین منوال است. با این تفاوت که طول جغرافیایی از صفر درجه روی دایره نیمروز گرینویچ (نصف‌النهارگرینویچ) آغاز گردیده و تا ۱۸۰ درجه روی بسوی شرق بنام طول شرقی و ۱۸۰ درجه روبسوی غرب بنام طول غربی اندازه‌گیری می‌شود. به همین مناسبت همواره لازم است طول جغرافیایی نقاط را برحسب قرارگرفتن آنها در شرق یا غرب نیمروز گرینویچ با کلمه طول شرقی (E)و یا طول غربی (W) مشخص سازیم.

(دایره نیمروز ۱۸۰ درجه را که در واقع نیمه دوم نیمروز گرینویچ است می‌توان جزء ۱۸۰ درجه طول غربی و یا ۱۸۰ درجه طول شرقی منظور نمود). اندازه خطی هر درجه عرض

جغرافیایی روی دایره‌های نیمروز (نصف‌النهار) تقریباً برابر ۱۱۱ کیلومتر (معادل ۶۰ میل دریائی) و هر دقیقه ۱۸۵۰ متر (معادل یک میل دریائی) و هر ثانیه ۳۰ متر (معادل ۱۰۰ پا) است. اندازه خطی هر درجه طول جغرافیایی روی دایره نیمگان (استوا) نیز بهمین میزان است. با این تفاوت که هرچه بسوی قطب نزدیک شویم از مقدار آن کاسته می‌شود تا جائیکه در قطبین به صفر می‌رسد. به طور مثال طول قوس یک ثانیه دایره همرو (مدار) تهران که در عرض جغرافیایی تقریباً ۳۶ درجه شمالی واقع شده حدود ۲۵ متر است (نگاره ۱۰).



نگاره ۱۰

معمولاً مختصات جغرافیایی را روی کلیه نقشه‌ها بویژه نقشه‌های نظامی نشان می‌دهند.

خطوط نازک و ظریفی که دور نقشه را به صورت چهارضلعی بسته است در واقع قطعه قوسی از دایره‌های همرو (مدارات) و دایره‌های نیمروز (نصف‌النهارها) هستند. بدین ترتیب که دو خط افقی بالا و پائین قطعاتی از دایره‌های همرو (مدارات) عرض جغرافیائی و دو خطی که به صورت عمودی نقشه را از دو طرف در برگرفته است قطعاتی از دایره‌های نیمروز هستند که شماره معرف آنها در چهارگوشه نقشه نوشته شده، مثلاً مختصات جغرافیایی چهارگوشه نقشه در رود به شرح زیر است.

اعداد ۱۵َ ۵۹° و ۰۰َ ۵۹° گوشه‌های بالا و پایین معرف عدد دایره نیمروز

(نصف‌النهارها) دو طرف نقشه و اعداد ´۱۵ °۳۶ و ´۰۰ °۳۶ نیز معرف عدد دایره‌های همرو (مدارات) عرض جغرافیایی پائین و بالای نقشه هستند.

علاوه بر شماره‌های چهارگوشه نقشه درازای دایره‌های نیمروز (نصف‌النهارها) و دایره‌های همرو (مدارات) عرض جغرافیائی دو طرف بالا و پائین نقشه را نیز بین شماره‌های مزبور به فواصل برابر تقسیم کرده و با سر خطهای کوچکی آنها را نمایش می‌دهند و شماره معرف مختصات جغرافیایی این قطعات را نیز در کنار دوایر مزبور یادداشت می‌کنند. به طور مثال در $\frac{1}{3}$ فاصله بین شماره‌های دوایر همرو (مدارات) طرف چپ عدد ۵ دقیقه دیده می‌شود که کامل آن ´۵ و °۳۶ است.

در داخل متن نقشه نیز محل تلاقی دایره‌های همرو (مدارات) و نیمروز (نصف‌النهارات) با علامت + مشخص گردیده که اگر علائم مزبور را بطور قائم و افقی بهم متصل سازیم دوایر همرو (مدارات) و دوایر نیمروز (نصف‌النهارات) داخل نقشه رسم گردیده و در نتیجه شبکه‌های مستطیلی شکلی بوجود می‌آید که به کمک آنها می‌توان موقعیت جغرافیایی نقاط مختلف را تعیین نمود.

معمولاً در نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ ابعاد شبکه‌های مزبور ۵×۵ دقیقه و در نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ دارای ابعاد ۲/۵×۲/۵ دقیقه است. برای سهولت در تعیین مختصات جغرافیایی نقاط، ابعاد شبکه‌های مزبور را به قسمتهای برابر تقسیم می‌کنند و بطور کلی موقعیت هر نقطه را با تقریب یک ثانیه تعیین می‌نمایند.

بنابراین چنانچه بخواهیم روی نقشه ۱:۵۰۰۰۰ موقعیت جغرافیایی نقطه‌ای را با تقریب یک ثانیه بدست آوریم کافی است ابعاد شبکه جغرافیایی را که ۵ دقیقه است به ۳۰۰ قسمت برابر تقسیم کنیم تا هر قسمت معرف یک ثانیه باشد. برای این منظور می‌توان از خط‌کش‌هائی مانند اشل سه پهلو که تقسیمات ۳۰۰ قسمتی را نمایش می‌دهد استفاده نمود. فرض کنیم می‌خواهیم موقعیت جغرافیایی دبستان لامعی دهکده دررود را بدست آوریم برای این منظور به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

الف) - محل تلاقی دوایر همرو عرض جغرافیایی (مدارات) و دایره‌های نیمروز

(نـصف‌النهـار) اطراف دهکـده دررود را بـهم مـتصل می‌سازیم تـا دبستـان مـزبور بـوسیله چهارضلعی مستطیل شکلی که دو ضلع عمودی آن خطوط نیمروز و دو ضلع افقی آن دوایـر همرو عرض جغرافیایی (مدارات) هستند محدود گردد.

ب) - شماره‌های مربوط به دوایر همرو عرض جغرافیایی (مدارات) و دایره‌های نیمروز (نصف‌النهار) در چهارگوشه آن نوشته شود.

طول جغرافیایی از ″۰۰ ′۰۵ °۵۹ تا ″۰۰ ′۱۰ °۵۹ شرقی

عرض جغرافیایی از ″۰۰ ′۰۵ °۳۶ تا ″۰۰ ′۱۰ °۳۶ شمالی

ج) - خط‌کش یا اشلی که تقسیمات ۳۰۰ قسمتی یا مضاربی از آن را مشخص سازد باید انتخاب شود، در این حال هر قسمت از خط‌کش ۳۰۰ قسمتی معادل یک ثانیه، هر قسمت از خط‌کش ۱۵۰ قسمتی معادل دو ثانیه، هر قسمت از خط‌کش ۶۰۰ قسمتی معادل نیم ثانیه و هر قسمت از خط‌کش ۷۵ قسمتی معادل ۴ ثانیه و مانند آن خواهد بود.

د) - موقعیت جغرافیایی دبستان لامعی بشرح زیر قرائت شود:

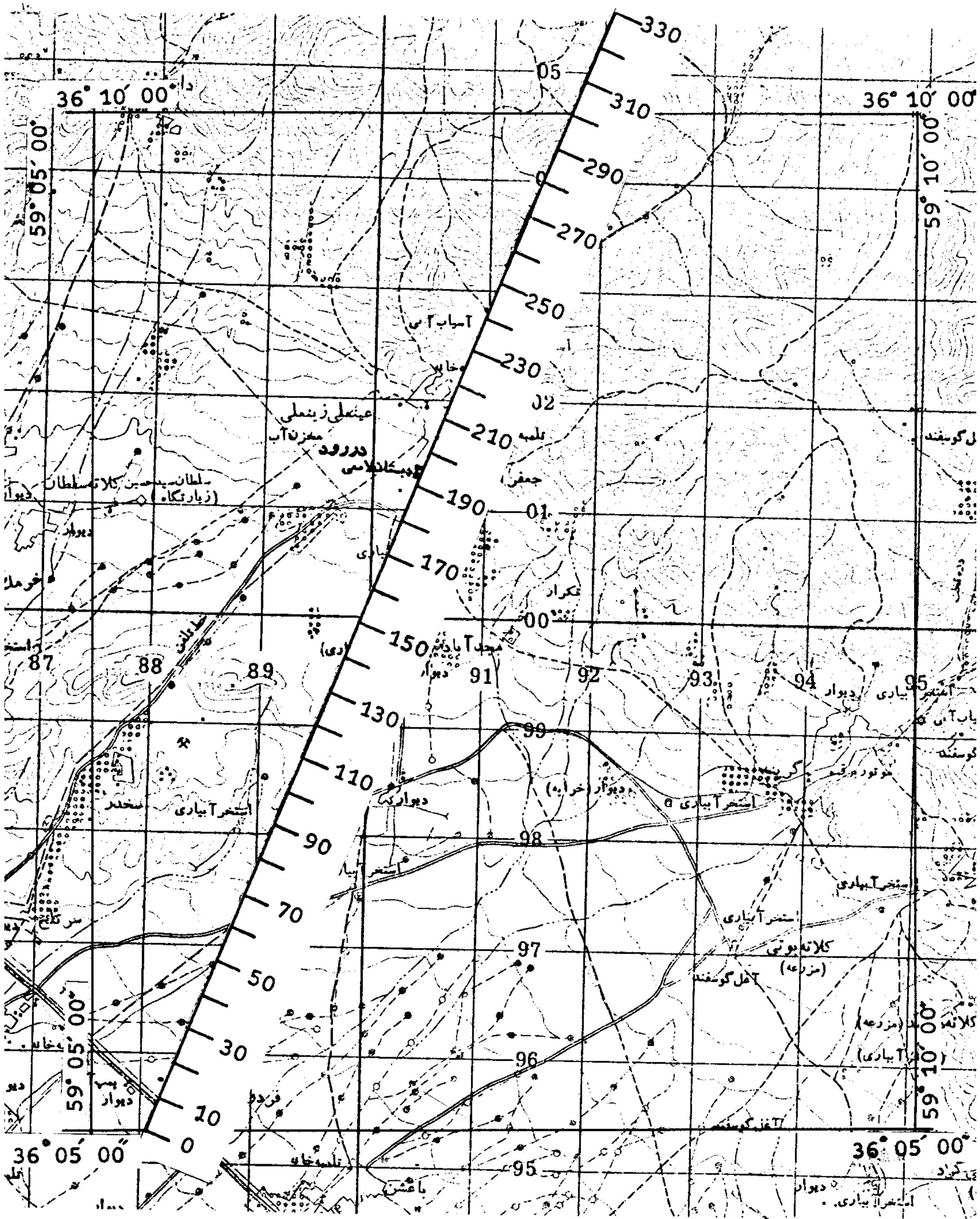
د - ۱) عدد صفر خط‌کش روی دایره همرو (مدار) ″۰۰ ′۰۵ °۳۶ و عدد ۳۰۰ آن روی دایره همرو (مدار) ″۰۰ ′۱۰ °۳۶ گذارده شود (نگاره ۱۱).

د - ۲) خط‌کش را در همـان وضـعیتی کـه صـفرو ۳۰۰ آن روی دوایـر هـمرو عـرض جغرافیایی (مدارات) قرار گرفته است رو بسوی دبستان لامـعی بـلغزانـید تـا عـلامت مـدرسه درست در مقابل لبه خط‌کش قرار گیرد.

د - ۳) شماره ثانیه را در مقابل علامت دبستان از روی لبه خط‌کش قرائت کنید (تقریباً عدد ۱۹۳)

د - ۴) شماره ثانیه را به دقیقه و ثانیه تبدیل نمائید (″۱۳ ′۰۳ = ″۱۹۳) و عـدد مزبور را به شماره دایره همرو عرض جغرافیـایی (مـدار) کـوچکتر اضـافه نمـائید تـا عـرض جغرافیایی نقط مورد نظر بدست آید

°۳۶	′۰۵	″۰۰
°۰۰	′۰۳	″۱۳
°۳۶	′۰۸	″۱۳


36° 10' 00"
59° 05' 00"
59° 10' 00"
36° 05' 00"
330
310
290
270
250
230
210
190
170
150
130
110
90
70
50
30
10
0
05
02
01
00
99
98
97
96
95
87
88
89
91
92
93
94
95
درود
آسیاب آبی
عینعلی زینعلی
مخزن آب
جعفر
استخر آبیاری
دیوار
کلاته بوتی
(مزرعه)
آغل گوسفند

نگاره ۱

د – ۵) از آنجائی که عرض جغرافیائی ۱۲″ و ۰۸′ و ۳۶° ممکن است در شمال خط نیمگان (استوا) و یا در جنوب آن واقع شده باشد، از این رو باید با افزودن کلمه شمالی (N) و جنوبی (S) موقعیت عرضی نقطه را تثبیت نمود. برای این منظور به شماره‌های عرض جغرافیایی گوشه‌های نقشه مراجعه نمائید. اگر شماره‌های مزبور از پائین به بالا (یا از جنوب به شمال) اضافه شود، عرض جغرافیایی شمالی و برعکس اگر شماره‌ها از بالا به پائین (از شمال به جنوب) افزایش یابد عرض جنوبی است.

بنابراین عرض جغرافیایی دبستان لامعی عبارتست از:

(N) ۱۳″ و ۰۸′ و ۳۶°

(لازم به ذکر است کلیه موقعیت‌های واقع در کشور ایران در نیمکره شمالی قرار داشته و دارای عرض شمالی می‌باشند).

د – ۶) در مورد تعیین طول جغرافیایی نیز وضع بهمین منوال است با این تفاوت که عدد صفر خط‌کش را روی خط نصف‌النهار که دارای شماره کوچکتر است گذارده و عدد ۳۰۰ آن را روی خط نیمروز شماره بزرگتر قرار می‌دهند و شماره لبه خط کش را در مقابل علامت مورد نظر قرائت می‌کنند (مانند شماره ۱۱۸ برای دبستان لامعی که پس از تبدیل به دقیقه و ثانیه عدد ۵۸″و ۰۱′ بدست می‌آید). (نگاره ۱۲)

برای اینکه معلوم شود طول جغرافیایی، شرقی و یا غربی است به دایره‌های نیمروز (نصف‌النهارها) طرفین چهارضلعی مراجعه می‌کنند، اگر طول جغرافیایی از سوی غرب به شرق افزوده شود طول جغرافیائی شرقی و برعکس اگر از سوی شرق به غرب افزایش یابد طول جغرافیایی غربی است.

بدین ترتیب طول جغرافیایی دبستان لامعی عبارتست از:

۰۰″	۰۵′	۵۹°
۵۸″	۰۱′	۰۰°
۵۸″(E)	۰۶′	۵۹°

و در نتیجه مختصات جغرافیایی دبستان مزبور عبارتست از:

$\lambda = ۵۹^\circ \quad ۰۶' \quad ۵۸''$

$\varphi = ۳۶^\circ \quad ۰۸' \quad ۱۳''$

(برای نمایش طول و عرض جغرافیایی به ترتیب از حروف یونانی λ (لاندا) و φ (فی) استفاده می‌شود).

نگاره ۱۲

برای انتقال نقطه‌ای با مختصات جغرافیایی معلوم به روی نقشه ترتیب کار در واقع به همان نحوی است که در بالا اشاره شد. جهت روشن شدن مطلب به ذکر مثال زیر می‌پردازیم: فرض کنیم می‌خواهید نقطه‌ای را با مختصات جغرافیایی زیر به روی نقشهٔ دررود منتقل سازید:

۵۹° ۰۷′ ۲۵″E

P=۳۶° ۰۸′ ۵۶″N

۱) نخست چهارضلعی‌ای راکه مختصات مزبور در داخل آن واقع شده است پیدا کنید.

(در این مثال معلوم است که مختصات بالا در داخل چهارضلعی‌ای که مختصات آن بشرح زیر است قرار دارد).

طول جغرافیایی ۰۰″ ۰۵′ ۵۹° تا ۰۰″ ۱۰′ ۵۹°

عرض جغرافیایی ۰۰″ ۰۵′ ۳۶° تا ۰۰″ ۱۰′ ۳۶°

۲) چهارضلعی مزبور را رسم کنید

۳) عدد مربوط به دایره همرو عرض جغرافیایی (مدار) ضلع پائین و مستطیل را از عرض جغرافیایی نقطه مورد نظر بکاهید.

−۵۶″	۰۸′	۳۶°
۰۰″	۰۵′	۳۶°
۵۶″	۰۳′	۰۰°

۴) عدد حاصل را به ثانیه تبدیل کنید. ۲۳۶″ = ۵۶″ ۰۳′

۵) عدد صفر خط کش را روی دایره همرو عرض جغرافیایی (مدار) ضلع پائین مستطیل قرار داده و ۳۰۰ آن را روی ضلع بالای مستطیل مزبور بگذارید.

۶) در مقابل عدد ۲۳۶ لبه خط کش، علامت کوچکی با نوک مداد روی کاغذ رسم کنید.

۷) خط کش را در حالی‌که صفر آن روی ضلع پائین و ۳۰۰ آن روی ضلع بالای مستطیل قرارگرفته قدری به راست یا به چپ بلغزانید و دوباره علامت دیگری در مقابل عدد ۲۳۶ روی کاغذ رسم نمائید.

۸) دو نقطه مزبور را بوسیله خط راستی بهم متصل سازید.

۹) در مورد طول جغرافیایی نیز به همان ترتیب که برای عرض جغرافیایی گفته شد عمل کنید.

۱۰) نقطه مورد نظر در محل تلاقی دو خطی که روی نقشه رسم گردیده قرار دارد (آسیاب واقع در شمال شرقی در رود) در مورد آن قبیل نقشه‌هائی که بوسیله پاره‌ای کشورها که دایره نیمروز گرینویچ (نصف‌النهارگرینویچ) را مبنای طول جغرافیایی نقشه‌های خود قرار نداده‌اند باید توضیح مختصری در حاشیه نقشه‌های مزبور داده شود و مقدار اختلاف میان نیمروز گرینویچ و نیمروز مبنائی که آن کشور برای خود در نظر گرفته است ذکر شود تا همواره بتوان طول جغرافیایی کلیه نقاط رانسبت به یک نیمروز مبنا که همان نیمروز گرینویچ است محاسبه نمود.

جدول زیر طول جغرافیائی پاره‌ای از شهرها را نسبت به نصف النهار گرینویچ نشان می دهد

آتن (یونان)	۲۳° ۴۲′ ۵۹″E
آمستردام (هلند)	۰۴° ۵۳′ ۰۱″E
استانبول (ترکیه)	۲۸° ۵۸′ ۵۰″E
استکهلم (سوئد)	۱۸° ۰۳′ ۳۰″E
اسلو (نروژ)	۱۰° ۴۳′ ۲۳″E
باتویا (جاکارتا-اندونزی)	۱۰۶° ۴۸′ ۲۸″E
برن (سوئیس)	۰۷° ۲۶′ ۲۲″E
بروکسل (بلژیک)	۰۴° ۲۲′ ۰۶″E
پاریس (فرانسه)	۰۲° ۲۰′ ۱۴″E
پولکوو (شوروی)	۳۰° ۱۹′ ۳۹″E
تهران (ایران)	۵۱° ۲۴′ ۵۷″E
تیرانا (آلبانی)	۱۹° ۴۶′ ۴۵″E

رم (ایتالیا)	۱۲° ۲۷′ ۰۸″E
فرّو(جزایرقناری)	۱۷° ۳۹′ ۴۶″W
کپنهاک(دانمارک)	۱۲° ۳۴′ ۴۰″E
لیسبون (پرتقال)	۰۹° ۰۷′ ۵۵″W
مادرید(اسپانیا)	۰۳° ۴۱′ ۱۵″W
هلسینکی (فنلاند)	۲۴° ۵۷′ ۱۷″E

۳- شبکه بندی قائم الزاویه

اگر به خطوط نیمروز (نصف‌النهار) و دوایر همرو (مدارات) نقشه‌ای که در سیستم UTM تهیه گردیده است توجه کنیم مشاهده می‌شود که خطوط مزبور به صورت منحنی بوده و چهارضلعی هائی که بر اثر تلاقی این خطوط به وجود می‌آیند دارای شکل و اندازه‌های متفاوتی هستند که تعیین موقعیت نقاط و امتداد میان آنها را مواجه با پیچیدگی و اشکال می‌نماید. برای برطرف ساختن این مشکل از شبکه‌بندی خاصی که در نتیجه تلاقی خطوط راست و متعامد بوجود می‌آید استفاده می‌شود.

شبکه بندی قائم الزاویه انواع مختلفی دارد که از نظر ابعاد و جهت خطوط با یکدیگر متفاوت بوده ولی همهٔ آنها از نظر عمود بودن خطوط با هم مشترک هستند.

از جمله شبکه‌بندی‌های قائم الزاویه که امروزه در پاره‌ای از کشورهای جهان متداول است می‌توان انواع زیر را نام برد:

- شبکه‌بندی یونیورسال ترانسورزمرکاتور
- شبکه‌بندی یونیورسال پولاراستریوگرافیک
- شبکه‌بندی انگلیسی
- شبکه‌بندی ژئورف

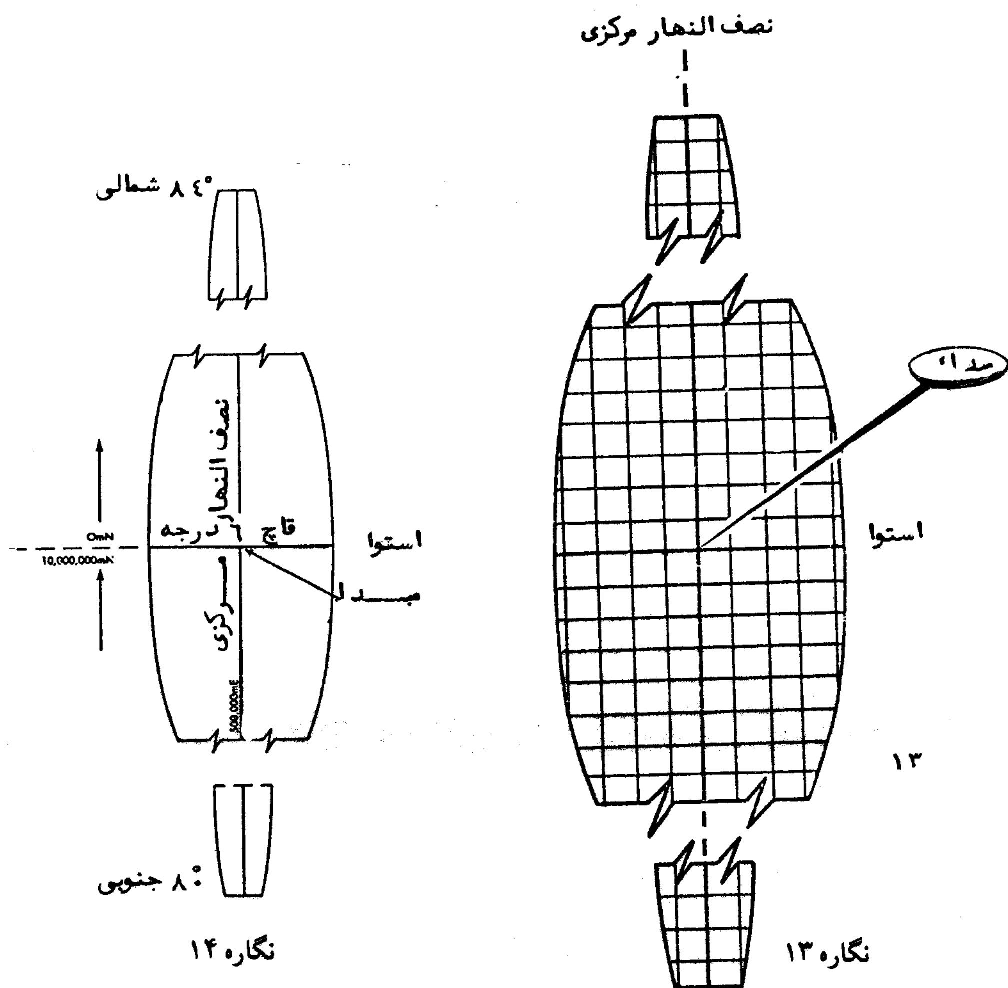
۳-۱) شبکه‌بندی یونیورسال ترانسورزمرکاتور U.T.M Grid

این شبکه‌بندی راکه از این به بعد به طور خلاصه شبکه‌بندی U.T.M خواهیم شناخت و اساس آن سیستم تصویر Transverse Mercator است، برای مناطق محدود بین عرض جغرافیایی ۸۴ درجه شمالی تا ۸۰ درجه جنوبی انتخاب کرده‌اند. (در سیستم Transverse Mercator استوانه تصویر مرکاتور را بجای اینکه روی دایره نیمگان (استوا) مماس نمایند آنرا ۹۰ درجه گردانیده و به ترتیب آنرا روی دوایر نیمروز (نصف‌النهارها) مماس نموده‌اند تا تمام سطح کره زمین را دربرگیرد). در این سیستم، کره زمین به ۶۰ قاچ ۶ درجه‌ای تقسیم گردیده و در نتیجهٔ تلاقی خط نیمگان زمین (استوا) با خط نیمروز مرکزی (نصف‌النهارمرکزی) هر قاچ، نقاطی بعنوان مبداء مختصات برای قاچ‌های ۶۰گانه بوجود آمده است.

در نتیجه رسم خطوط موازی با خط نیمروز (نصف‌النهار) مرکزی و خط نیمگان (استوا) شبکه متعامدی در هر قاچ به وجود می‌آید که در واقع همان شبکه‌بندی UTM است.

هر یک از خطوط شبکه‌بندی مزبور با رقمی مشخص می‌گردد که معرف فاصله آنها از نیمروز مرکزی (نصف‌النهارمرکزی) برای خطوط عمودی و خط نیمگان (استواء) برای خطوط افقی است.

برای اجتناب از مختصات منفی، رقم ۵۰۰۰۰۰ متر را برای نصف‌النهارمرکزی و رقم ۱۰۰۰۰۰۰۰ متر را برای خط استوا طوری انتخاب کرده‌اند که به عدد ۵۰۰۰۰۰ متر از نصف‌النهارمرکزی بسوی شرق افزوده شده و بر عکس بسوی غرب از آن کاسته شود و در ضمن از رقم ۱۰/۰۰۰/۰۰۰ متر بسوی جنوب کاسته شده و از صفر در جهت مثبت رو به سمت شمال افزوده شود. (نگاره‌های ۱۳ و ۱۴)



نگاره ۱۴

نگاره ۱۳

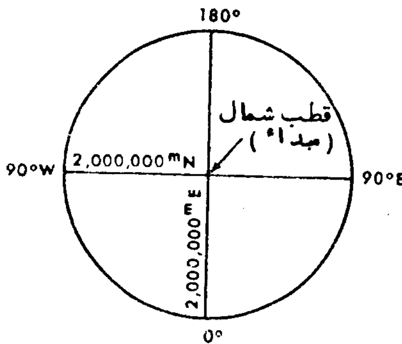
۳-۲) شبکه‌بندی یونیورسال پولار استریوگرافیک U.P.S. Grids

برای شبکه‌بندی قائم‌الزوایه مناطق قطبی از سیستم مخصوصی بنام یونیورسال پولاراستریوگرافیک استفاده می‌شود که بطور خلاصه آن را سیستم UPS می‌نامند.

این طریقه به دو سیستم یکی برای منطقه قطب شمال و یکی برای منطقه قطب جنوب بشرح زیر تقسیم می‌گردد:

۳ - ۲ - الف) منطقه قطب شمال
U.P.S. Grid for North Pole Area

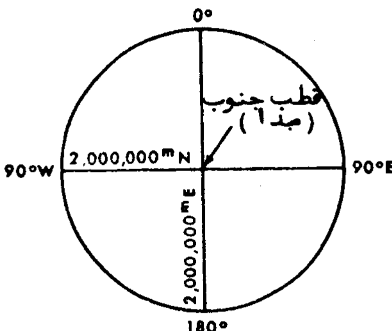
مبداء مختصات سیستم UPS در این منطقه نقطه قطب شمال است و محورهای مختصات نصف‌النهارهای ۱۸۰-۰ درجه بعنوان محور شمالی جنوبی و نصف‌النهار ۹۰ درجه شرقی و ۹۰ درجه غربی بعنوان محور شرقی غربی در نظر گرفته شده است. در این سیستم نیز برای اجتناب از مختصات منفی محور شمالی جنوبی دارای رقم ۲۰۰۰۰۰۰ متر است که به سوی شرق به آن اضافه شده و بسوی غرب از آن کاسته می‌شود و همچنین محور شرقی غربی نیز دارای مختصات ۲۰۰۰/۰۰۰ متر است که به طرف شمال به آن افزوده شده به سوی جنوب از آن کم می‌شود (نگاره ۱۵).



نگاره ۱۵

۳ - ۲ - ب - منطقه قطب جنوب
U.P.S. Grid for South Pole Area

در این سیستم نیز عیناً از همان شیوه‌ای که در قطب شمال بکار رفته است استفاده می‌شود. (نگارهٔ ۱۶)



نگاره ۱۶

۴- شبکه بندی نظامی Military Grid Reference System

شبکه‌بندی نظامی در واقع همان سیستم شبکه‌بندی UTM و UPS است که برای تسهیل در تعیین موقعیت نقاط کاملتر گردیده است. بعبارت دیگر به کمک این سیستم تعداد ارقام معرف موقعیت نقاط راکه تقریباً به ۱۵ رقم بالغ می‌گردد تقلیل داده و به حروف و ارقام معدودی محدود نموده‌اند.

علاوه بر آن موقعیت‌هائی که تنها در سیستم UTM و UPS تعیین گردند شامل نقاط بسیاری می‌گردد که خود دلیل بزرگی بر نقص سیستم مزبور است، در حالیکه موقعیت‌های تعیین شده در این سیستم شبکه‌بندی منحصر به یک نقطه بوده و هیچ نقطه دیگری در روی کره زمین دارای چنین مختصاتی نخواهد بود که این خود یکی از خصوصیات بسیار ارزنده این شبکه‌بندی است.

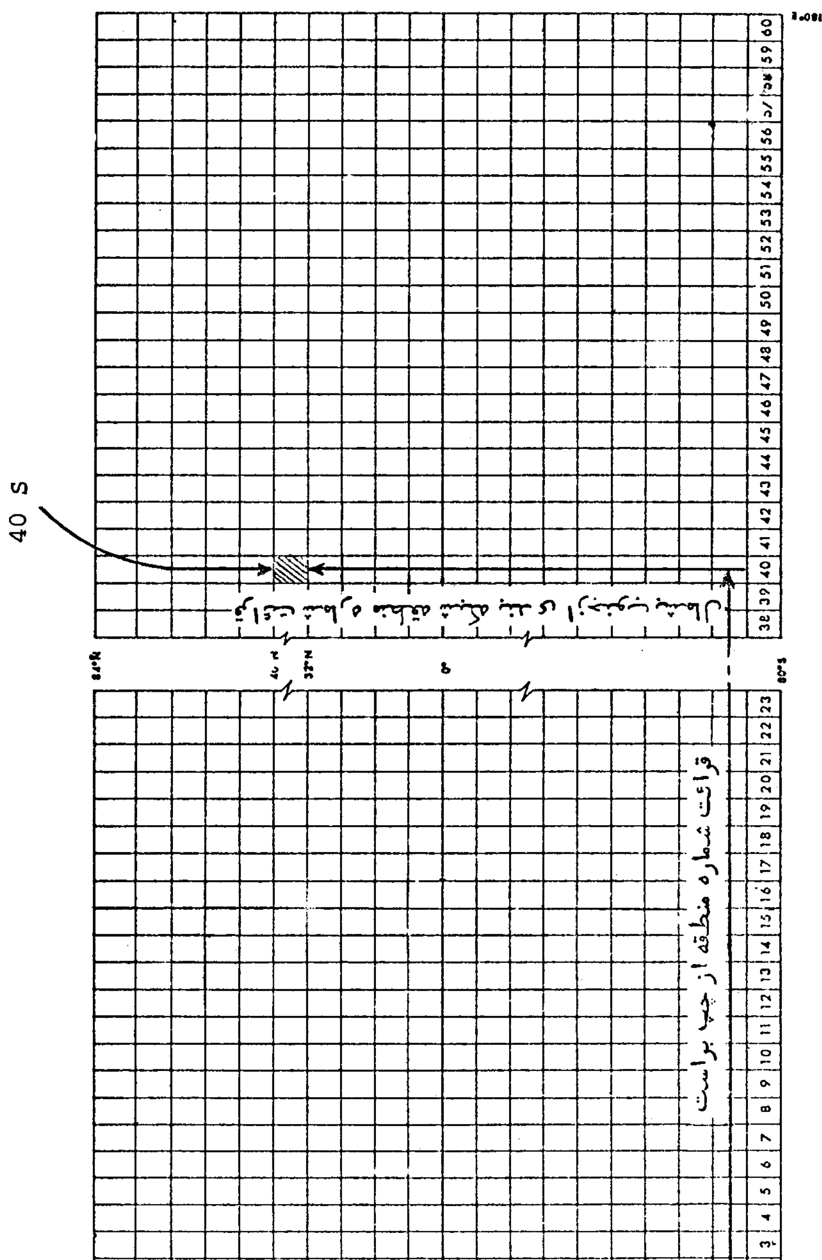
در شبکه‌بندی نظامی کره زمین به ۶۰ منطقه (Zone) تقسیم شده که هر یک از مناطق مذکور نیز در امتداد شمال به جنوب به قطعات کوچکتری بابعاد ۸ درجه تقسیم گردیده و در نتیجه مستطیل‌هائی بابعاد ۸×۶ درجه بنام ناحیه شبکه‌بندی (Grid Zone) بوجود آورده است که هر کدام از آنها با یک عدد و یک حرف مشخص می‌گردد. ترتیب شکبه‌بندی نظامی سیستمهای UTM و UPS بشرح زیر است.

۴-۱) نواحی شبکه‌بندی Grid Zone

۴ - ۱ - الف) سیستم شبکه‌بندی UTM

قبلاً دیدیم که در سیستم UTM کره زمین را در حدفاصل میان دایره‌های همرو (مدار) عرض جغرافیایی ۸۴ درجه شمالی و ۸۰ درجه جنوبی به ۶۰ قاچ ۶ درجه‌ای تقسیم کرده‌اند که در سیستم شبکه‌بندی نظامی هرکدام از آنها را منطقه یا Zone می‌نامند که هرکدام از آنها با یک شماره از ۱ تا ۶۰ نسبت به نیمروز (نصف‌النهار) ۱۸۰ درجه مشخص می‌شوند. هر یک از مناطق

مزبور نیز نسبت به مدار ۸۰ درجه عرض جنوبی از جنوب به شمال به قطعات ۸ درجه‌ای تقسیم گردیده که در نتیجه چهارضلعی‌هائی به ابعاد °۸×۶ بنام ناحیه شبکه‌بندی Grid Zone بوجود آمده است (باستثنای شمالی‌ترین ناحیه که ابعاد آن ۱۲×۶ درجه است)، و هرکدام از نواحی شبکه‌بندی را نیز نسبت به مدار ۸۰ درجه عرض جنوبی با یکی از حروف الفبا که از حروف C در جنوب شروع شده و به حرف X در شمال پایان می‌یابد نمایش می‌دهند (حروف I و O را

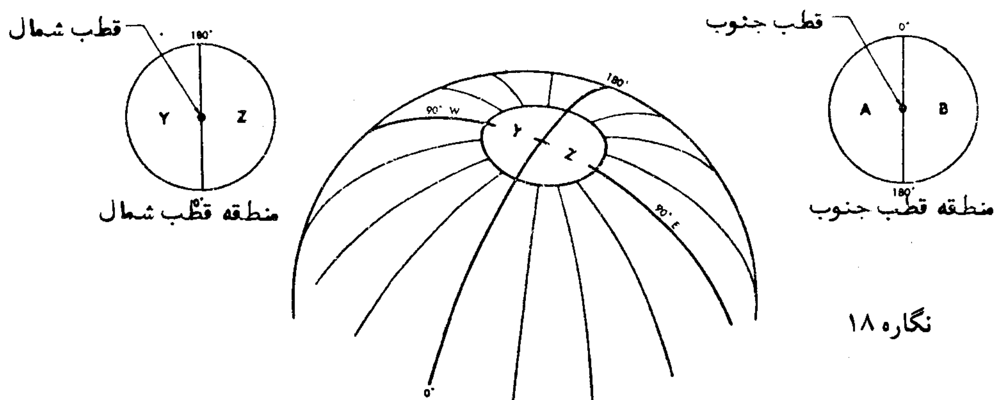


نگاره ۱۷

برای جلوگیری از اشتباه با اعداد حذف کرده‌اند) که در نتیجه هر یک از نـواحـی شـبکه‌بندی Grid Zone با یک عدد و یک حرف مشخص می‌گردد.

۴ - ۱ - ب) سیستم شبکه‌بندی UPS

در سیستم شبکه‌بندی UPS هریک از دو منطقه قطب شمال و قطب جنوب را با رسم نیمروز (نصف‌النهار) ۱۸۰-۰ درجه بدو منطقه کوچکتر بنام ناحیه شبکه‌بندی تقسیم نموده و برای مشخص کردن نواحی مزبور از حروف باقیمانده الفباء یعنی Z,Y,B,A استفاده می‌شود. (بطوریکه دیدیم حروف C تا X برای شبکه‌بندی UTM بکار رفته است). همچنین حروف Y برای ناحیه شبکه بندی غربی و Z برای ناحیه شبکه‌بندی شرقی قطب شمال و A برای ناحیه شبکه‌بندی غربی و B بـرای نـاحیه شبکه‌بندی شرقی منطقه قـطب جـنوب بکـار رفـته است. (نگاره ۱۸)

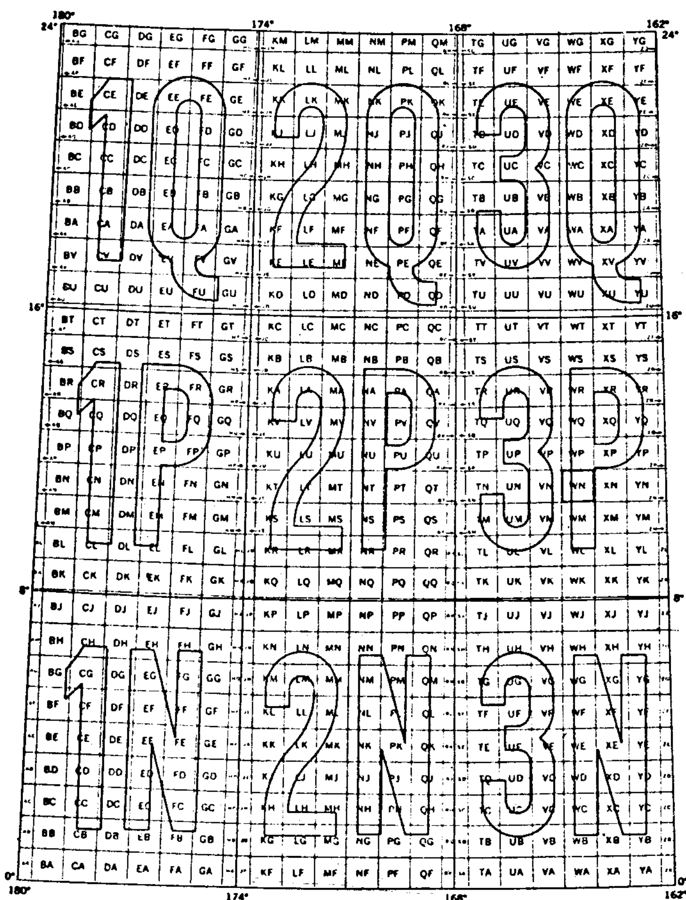


نگاره ۱۸

۴-۲) مربع‌های صدهزارمتری 100000 meter square

کلیه نواحی شبکه‌بندی در حدفاصل مدار ۸۴ درجه عرض شمالی و ۸۰ درجه عرض جنوبی به مربعهای صدهزارمتری تقسیم شده که هرکدام آنها را با دو حرف از حـروف لاتـین مشخص می‌سازند.

نخستین حرف از سمت چپ معرف ستون عمودی و دومین حرف نشانه ردیف افـقی مربعهای مزبور است. (نگاره ۱۹)



نگاره ۱۹

نواحی قطب شمال و قطب جنوب نیز بهمین نحو به مربعهای صدهزارمتری تقسیم گردیده است که آنها نیز با دو حرف از حروف لاتین مشخص گردیده‌اند.

حروف معرف مربعهای صدهزارمتری را معمولاً در متن نقشه‌های کوچک مقیاس و در مجاور اضلاع مربعهای مزبور چاپ می‌کنند. ولی در نقشه‌های بزرگ مقیاس که سطح آنها کمتر از ده‌هزار کیلومترمربع است و یا اضلاع مربعهای صدهزارمتری روی آن قابل نمایش نیست، فقط به نشان دادن حروف مزبور در داخل چهارضلعی کوچکی در جدول راهنمای روش تعیین مختصات، اکتفا می‌گردد.

۴-۳) روش تعیین مختصات قائم‌الزاویه

همان طوری که دیدیم تا این مرحله، سطح کره زمین نخست به چهارضلعی‌هائی به اضلاع ۸×۶ درجه تقسیم گردید و سپس با مربعهائی به ابعاد ۱۰۰۰۰۰ متر پوشیده شد. بنابراین موقعیت هر نقطه از سطح زمین مجموعه‌ای است از اعداد و حروفی که معرف شماره و حرف ناحیه شبکه‌بندی Grid Zone، و حروف معرف مربعهای صدهزارمتری، و بالاخره فاصله نقطه از مبداء مختصات است، که برای روشن‌تر شدن مطلب به توضیحات زیر می‌پردازیم.

۴ - ۳ - الف) خطوط شبکه‌قائم‌الزاویه — Grid lines

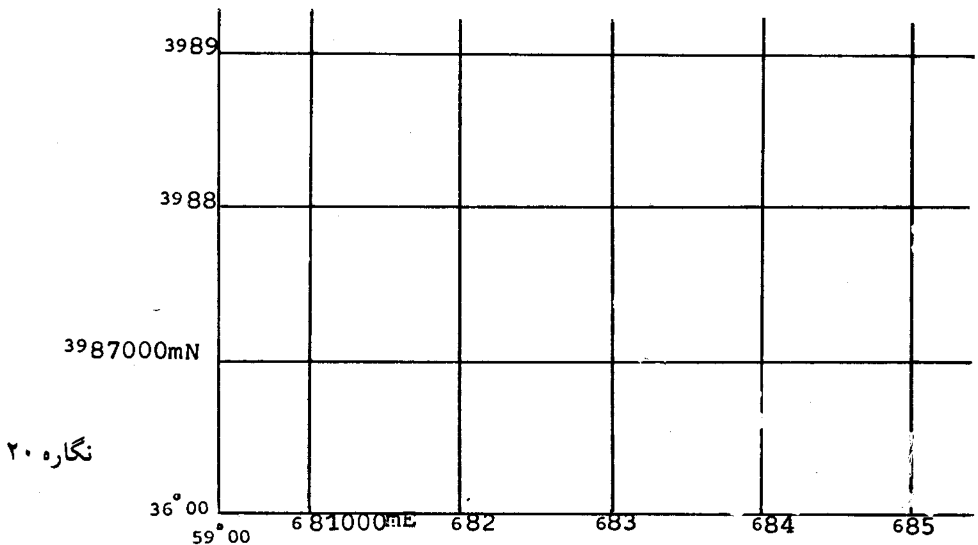
خطوط شبکه عبارتست از خطهای متعامدی که به فاصله معینی از یکدیگر در داخل مربعهای صدهزارمتری رسم گردیده و مربعهای مزبور را متناسب با مقیاس نقشه به خانه‌های کوچک مربع شکلی تقسیم نموده است.

معمولاً فاصله خطوط مزبور برحسب مقیاس نقشه، ۱۰۰۰ و یا ۱۰۰۰۰ متر است. بدین معنی که در نقشه‌هائی مانند نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ این فاصله ۱۰۰۰۰ متر و در نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ فاصله خطوط ۱۰۰۰ متر است.

هریک از خطوط مزبور با یک عدد که در دو سر آن نوشته شده و معرف فاصله آن از مبداء مختصات است (نصف‌النهارمرکزی خط استوا) مشخص گردیده است.

معمولاً در شبکه‌بندی‌های ۱۰۰۰ متری باستثنای اعداد گوشه جنوب غربی نقشه که مربوط به نخستین محور عمودی سمت چپ و نخستین محور افقی جنوب نقشه است، سه رقم صفر اعداد سایر خطوط را برای سهولت کار حذف می‌کنند و تنها به ارقام واقع در سمت چپ صفرهای حذف شده اکتفا می‌نمایند. همچنین نخستین رقم یا دو رقم سمت چپ هر عدد را در اندازه کوچک و ارقام واقع بین رقم مزبور و صفرهای حذف شده را که معمولاً دو عدد هستند در اندازه بزرگتر چاپ می‌نمایند که در واقع شماره‌های ده‌هزارگان و هزارگان اعداد شبکه بوده و به آنها شماره‌های اصلی می‌گویند. این شماره‌ها از نظر استفاده کنندگان نقشه، فوق‌العاده در خور اهمیت می‌باشد زیرا در واقع همین شماره‌ها هستند که موقعیت نقاط مختلف را در داخل

مربعهای صدهزارمتری تعیین می‌نمایند. (نگاره ۲۰)



نگاره ۲۰

در نقشه‌هائی که فاصله خطوط شبکه ۱۰۰۰۰ متر است نیز نحوه کار به همین ترتیب است. با این تفاوت که شماره‌های اصلی فقط یک رقمی هستند که در واقع رقم ده‌هزارگان اعداد شبکه‌بندی است. برای روشن شدن مطلب به ذکر مثال زیر می‌پردازیم.

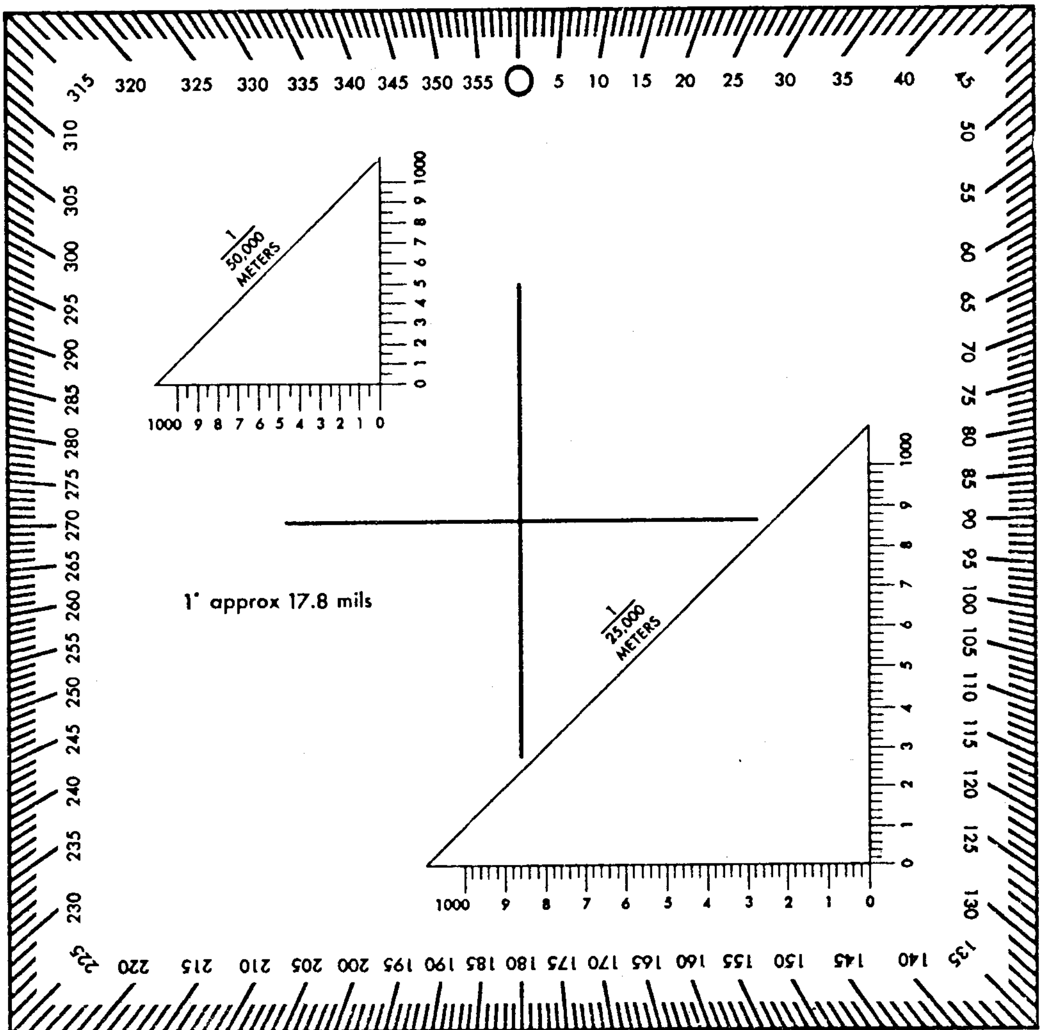
مثال

نخستین خط افقی واقع در گوشه جنوب غربی نقشه دررود باعدد 3987000 m_N مشخص شده است. این بدین معنی است که خط مزبور از خـ استواء) زمین ۳۹۸۷۰۰۰ متر رو بشمال فاصله دارد. شماره اصلی این عدد یعنی 87 در واقع همان عددی است که برای تعیین موقعیت عرضی Northing نقاط بکار می‌رود. همچنین نخستین خط عمودی واقع درگوشه جنوب غربی نقشه دررود باعدد 681000mE مشخص شده است. به این معنی که خط مزبور در شرق نیمروز (نصف‌النهار) مرکزی واقع شده و فاصله آن از نصف‌النهار مزبور متر ۱۸۱۰۰۰ = ۵۰۰۰۰۰ - ۶۸۱۰۰۰ است. شماره اصلی این عدد یعنی 81 در واقع همان عددی است که برای تعیین موقعیت طولی Easting نقاط بکار می‌رود.

۴ - ۳ - ب) قواره مختصات
Grid coordinate scale

برای اینکه مختصات نقاط با دقت و سرعت از روی نقشه اندازه‌گیری شود و یا برعکس نقطه‌ای را با توجه به مختصات آن با دقت کافی و سرعت زیاد به روی نقشه منتقل نمایند از وسیله‌ای بنام قواره مختصات استفاده می‌شود.

قواره مزبور را برای هر مقیاسی می‌توان تهیه کرد که طرز استفاده نمونه‌ای از آن را که برای مقیاسهای ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ تهیه شده است به ترتیب زیر شرح می‌دهیم (نگارهٔ ۲۱)



نگاره ۲۱

۴ - ۳ - ب - ۱) قواره ۱:۲۵۰۰۰

در گوشه پائین و دست راست نگاره ۲۱ شکلی شبیه گونیا دیده می‌شود که دو ضلع عمودی آن فواصل ۱۰۰۰ متری را نشان می‌دهد که هر کدام به ده قسمت ۱۰۰ متری و هر قسمت به ۵ قسمت کوچکتر ۲۰ متری تقسیم گردیده و نقاط واقع بین آنها قطعات ۱۰ متری را نمایش می‌دهد که در واقع رقمهای چهارم تا هشتم مختصات نقاط به کمک آن تعیین می‌گردد.

۴ - ۳ - ب - ۲) قواره ۱:۵۰۰۰۰

در گوشه بالا و دست چپ شکل گونیای دیگری دیده می‌شود که روی هر کدام از دو ضلع قائم آن قطعات ۱۰۰۰ متری رسم شده که هر قطعه به ده قسمت ۱۰۰ متری و هر قسمت به دو نیمه تقسیم گردیده که هر نیمه معرف ۵۰ متر است و در نتیجه فواصل ۱۰ متری را می‌توان به طور تخمین از میان قطعات مزبور تعیین نمود که در واقع اعداد اخیر رقمهای چهارم تا هشتم مختصات نقاط خواهد بود.

۴ - ۳ - ب - ۳) روش استفاده از قواره مختصات

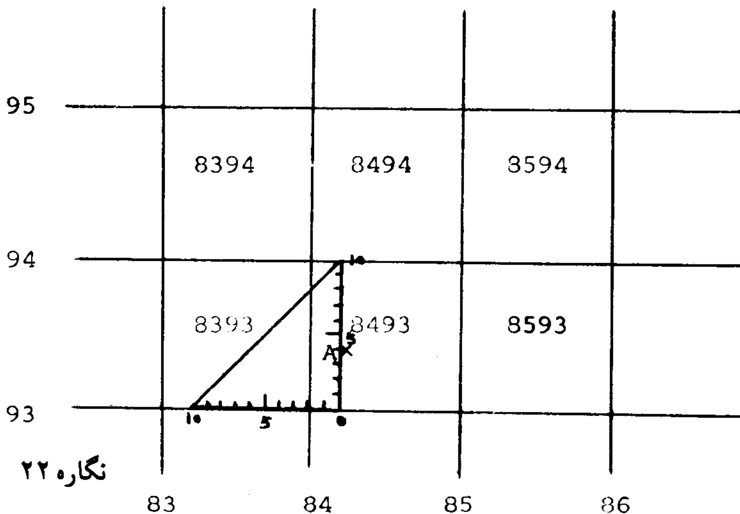
- قواره را طوری روی نقشه قرار دهید که ضلع افقی آن درست در امتداد خط افقی شبکه بلافاصله در زیر نقطه مورد نظر قرار گیرد و صفر آن روی گوشه جنوب غربی مربعی که نقطه مورد نظر را دربرگرفته است واقع شود.
- قواره را آنقدر بطرف راست بلغزانید که نقطه مورد نظر درست در لبه ضلع عمودی قواره واقع شود و دقت کنید که ضلع افقی همچنان در امتداد خط افقی شبکه بلافاصله در زیر نقطه قرار گرفته باشد، در ضمن ضلع عمودی آن نیز با خطوط عمودی شبکه موازی باشد.
- حال روی ضلع افقی قواره، فاصله صفر تا خط عمودی شبکه بلافاصله در سمت چپ نقطه و همچنین روی ضلع عمودی قواره فاصله صفر تا نقطه مورد نظر را قرائت و به ترتیب یادداشت نمائید.

۴ - ۳ - ب - ۴) روش تعیین موقعیت نقاط

برای تعیین موقعیت نقاط در سیستم شبکه‌بندی (UTM) نظامی، اساس کار بر این است که همواره نخست مختصه افقی (Easting) و سپس مختصه قائم (Northing) نقاط قرائت گردد که به آن اصل به راست و بالا (Right-up) می‌گویند که همواره باید آنرا رعایت نمود.

همان طوری که قبلاً شرح داده شد موقعیت هر نقطه را در روی نقشه با فاصله آن نقطه از محورهای قائم و افقی بلافاصله واقع در سمت چپ و جنوب نقطه تعیین می‌نمایند.

در طرح ریزیها بویژه مسائل تاکتیکی علاوه بر فواصل اشاره شده در بالا باید حروف مربعهای صدهزارمتری را نیز تکرار نمود. چنانچه به نگارهٔ شماره ۲۲ توجه نمائیم ملاحظه می‌شود که نقطه A که با علامت × مشخص شده در خانه ۱۰۰۰ متری (یک میلیون مترمربع) 8493 قرار گرفته و خانه شماره 8593 در سمت راست و خانه 8494 در شمال آن واقع شده است. حال چنانچه بخواهیم مختصات نقطه مذکور را با تقریب صد متر در روی نقشه حساب کنیم،



نگاره ۲۲

کافی است که اضلاع خانه ۱۰۰۰ متری را به ده قسمت برابر تقسیم نمائیم و سپس موقعیت نقطه مذکور را با توجه به اصل به راست و بالا تعیین نمائیم. در این صورت مشاهده می‌شود چون نقطه A باندازه ۰/۲ ضلع افقی خانه ۱۰۰۰ متری بسمت راست و باندازه ۰/۴ ضلع قائم خانه مذکور رو به بالا واقع شده بنابراین مختصات آن 842934 است. چون در کارهای توپخانه

باید مختصات نقاط را با تقریب ۱۰ متر از روی نقشه بدست آورد از این رو بهتر است از قواره مختصات استفاده شود و با توجه به اصل به راست و بالا مختصات نقطه را به ترتیب زیر بدست آورد.

چون نقطه A باندازه ۰/۲۲ ضلع افقی خانه ۱۰۰۰ متری به سمت راست و باندازهٔ ۰/۳۹ ضلع قائم خانه مذکور رو به بالا واقع شده بنابراین مختصات آن با تقریب ۱۰ متر عبارتست از 84229339. در نقشه‌های با مقیاس خیلی بزرگ (مانند نقشه ۱:۱۰۰۰۰ و بزرگتر) غالباً مختصات نقاط را با تقریب یک متر حساب می‌کنند که در این حال باید قواره مختصات را طوری تهیه نمود که قادر به اندازه‌گیری قطعات ۱ متری باشد.

با توجه به توضیحاتی که در بالا داده شد پرواضح است که:

- مختصات چهاررقمی (مانند 8493) موقعیت نقاط را با دقت ۱۰۰۰ متر نشان می‌دهد.
- مختصات شش‌رقمی (مانند 842934) موقعیت نقاط را با دقت ۱۰۰ متر نشان می‌دهد.
- مختصات هشت‌رقمی (مانند 84229339) موقعیت نقاط با دقت ۱۰ متر نشان می‌دهد.
- مختصات ده‌رقمی (مانند 8421893389) موقعیت نقاط را با دقت ۱ متر نشان می‌دهد.

اگر قواره مختصات در دسترس نباشد و یا قواره مذکور قادر به نشان دادن قطعات ۱۰ متری و ۱ متری و مانند آن نباشد میتوان از همان طریقه‌ای که در تعیین مختصات جغرافیایی نقاط (قسمت ۲ همین بخش) ذکر شد عمل نمود.

باید توجه داشت که حروف و ارقام معرف مختصات نقاط، بصورت یک سری ارقام و حروف متوالی نوشته می‌شود و هیچگونه پرانتز، خط تیره و یا ممیز و مانند اینها در آن بکار نمی‌رود و در عین حال تعداد ارقامی که بعد از حروف مشخصه مربعهای ۱۰۰۰۰۰ متری نوشته می‌شود همواره جفت بوده و نیمه اول معرف مختصات افقی (براست) و نیمه دوم نمایشگر مختصات قائم (به بالا) است.

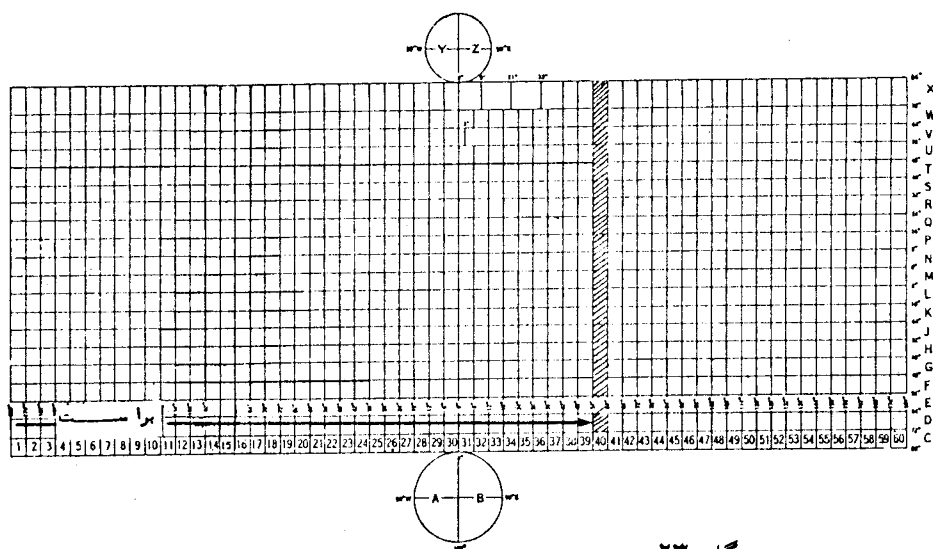
۴ - ۳ - ب - ۵) روش تعیین مختصات کامل نقاط در سیستم شبکه‌بندی نظامی UTM

برای اینکه مختصات کامل نقاط در سیستم شبکه‌بندی نظامی نوشته شود باید علاوه بر

مختصات عددی که معرف موقعیت نقاط در داخل مربعهای ۱۰۰۰۰۰ متری است، شماره و حروف مشخصه مناطق (Zone) نواحی شبکه‌بندی (Grid Zone) و مربعهای صدهزارمتری را نیز به ترتیب زیر به آن افزود.

مثلاً فرض کنیم می‌خواهیم مختصات کامل دبستان لامعی دهکده دررود را در سیستم شبکه‌بندی نظامی UTM بنویسیم، برای این منظور چنین عمل می‌کنیم:

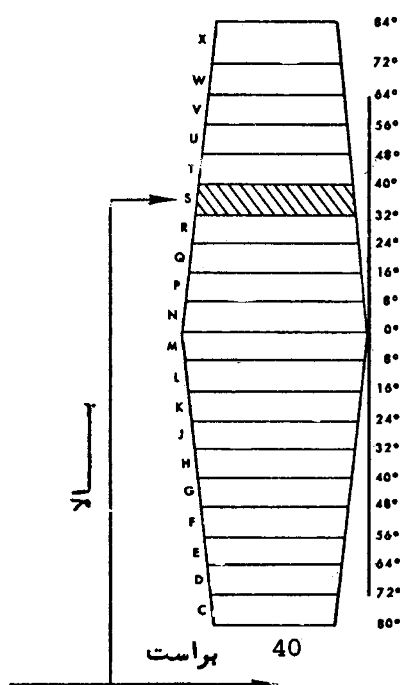
۱) به طوریکه مختصات چهارگوشه نقشه نشان می‌دهد، نقشه دررود از نظر طولی به نیمروزهای (نصف‌النهارات) ˚۵۹ و َ۱۵ و ˚۵۹ محدود گرّدیده که با توجه به نگارهٔ شماره ۲۳ در منطقه 40 واقع شده است و از طرف دیگر نقشه مذکور از نظر عرضی به دوایر همرو (مدارات) ˚۳۶ و َ۱۵ و ˚۳۶ عرض شمالی محدود گردیده که با توجه به شکلهای ۲۳ و ۲۴ ملاحظه می‌شود که این نقشه در ناحیه S واقع گردیده و به عبارت دیگر نقشه دررود دارای موقعیت 40S است.



نگاره ۲۳

۲) بطوریکه در حاشیه جنوبی نقشه و قسمت چپ جدول راهنمای تعیین مختصات دیده می‌شود، در زیر عنوان مربع صدهزارمتری (صدکیلومتری) یک چهارضلعی رسم شده که به چهار قسمت تقسیم گردیده و هر قسمت با دو حرف نمایش داده شده است که هر کدام از آنها معرف یکی از مربعهای صدهزارمتری است (نگاره ۲۵).

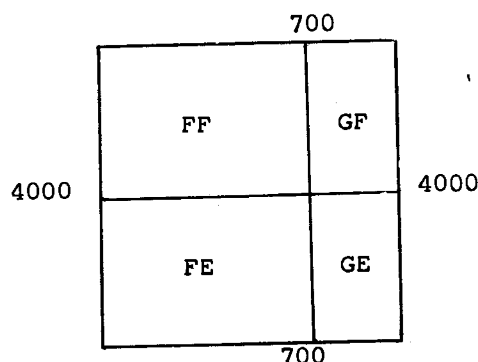
(برحسب تصادف قسمتهائی از چهارمربع صدهزارمتری در داخل نقشه درروود قرار گرفته است) و چون دبستان لامعی در قسمت FF واقع شده بنابراین موقعیت دبستان را تا این مرحله می‌توان بصورت 40SFF نمایش داد.



نگاره ۲۴

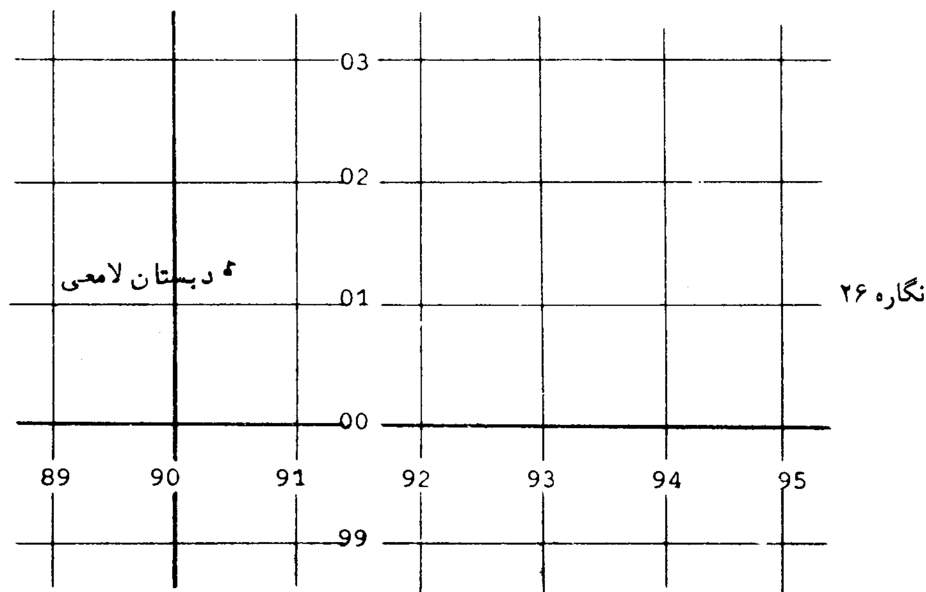
۳) همان طوری که در متن نقشه دیده می‌شود هر مربع صدهزارمتری به ده مربع ۱۰۰۰ متری تقسیم گردیده که دبستان لامعی درروود در مربع هزارمتری ۹۰۰۰ واقع شده است.

(مربعی که ضلع غربی آن ۹۰ و ضلع جنوبی آن ۰۰ است) و در نتیجه موقعیت دبستان مزبور تا این مرحله 40SFF9000 می‌باشد (تقریب موقعیت در این مرحله ۱۰۰۰ متر است) (نگاره ۲۶)



نگاره ۲۵

۴) بطوری که در شکل دیده می‌شود هر مربع ده هزارمتری نیز به ده مربع ۱۰۰۰ متری تقسیم گردیده که دبستان لامعی در مربع ۹۰۰۱ واقع شده و برای این که موقعیت این دو را با دقت ۱۰۰ متر بدست آوریم کافیست که اضلاع هر یک از مربع‌های هزارمتری را نیز به ده قسمت تقسیم کنیم و موقعیت عارضه مورد نظر را برحسب قرارگرفتن آن در داخل مربع مذکور بدست آوریم. بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که دبستان لامعی نسبت به خط عمودی ۹۰ (خط شبکه بلافاصله واقع در سمت چپ نقطه) باندازه ۰/۴ ضلع مربع رو به سمت راست واقع شده و همچنین نسبت به خط افقی شماره ۰۱ باندازه ۰/۳ ضلع مربع رو به سمت شمال قرار گرفته است. در نتیجه موقعیت دبستان لامعی با تقریب ۱۰۰ متر بصورت 40SFF904013 نمایش داده می‌شود.



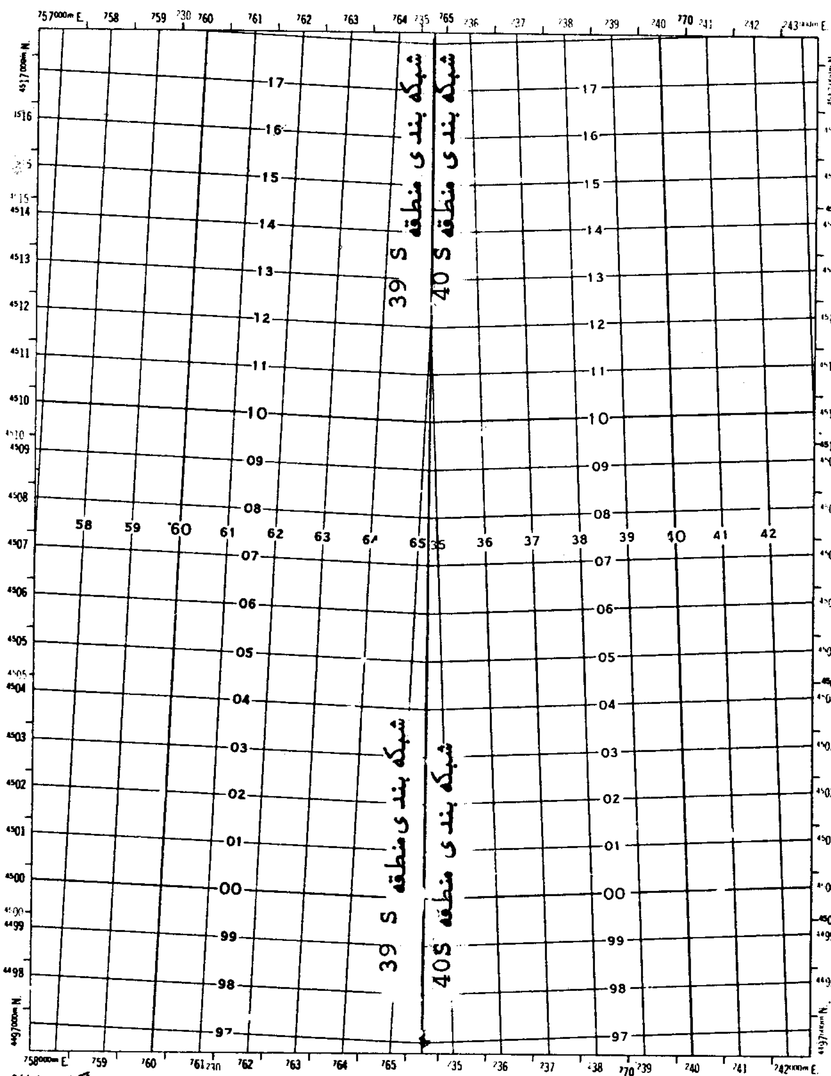
نگاره ۲۶

۵) بدیهی است اگر بخواهیم موقعیت دبستان لامعی را با دقت بیشتری مثلاً ۱۰ متر بدست آوریم باید اضلاع مربع ۱۰۰۰ متری ۹۰۰۱ را به صد قسمت مساوی تقسیم نمائیم که در این صورت چون دبستان لامعی نسبت به خط عمودی شبکه بلافاصله واقع در سمت چپ خود باندازه ۰/۳۸ ضلع مربع رو به سمت راست و نسبت به خط افقی شبکه بلافاصله واقع در جنوب خود باندازه ۰/۳۲ ضلع مربع رو به شمال قرار گرفته است. در نتیجه موقعیت دبستان لامعی با تقریب ۱۰ متر عبارتست از 40SFF90380132m.

۴-۴) نقشه‌هائی که بیش از یک شبکه‌بندی قائم‌الزاویه دارند Grid Zone Junction

۴ - ۴ - الف) پیوندگاه مناطق

پیوندگاه مناطق (محل اتصال مناطق) را معمولاً در نقشه‌های کوچک مقیاس مانند ۱:۱۰۰۰۰۰۰ یا ۱:۵۰۰۰۰۰ با یک خط نسبتاً ضخیم و مشخص نمایش می‌دهند و در دو طرف خط شماره مشخصات مربوط به آن منطقه را می‌نویسند. ولی در نقشه‌های بزرگ مقیاس مانند ۱:۵۰۰۰۰ یا ۱:۲۵۰۰۰ که بین دو منطقه قرار گرفته‌اند خط اتصال دو منطقه را ظریف‌تر ترسیم کرده و در عین حال ادامه شبکه‌بندی مناطق را با سرخط‌های کوتاهی نمایش می‌دهند و شماره مربوط به سرخط‌ها را درکنار آن می‌نویسند. (نگارهٔ ۲۷)

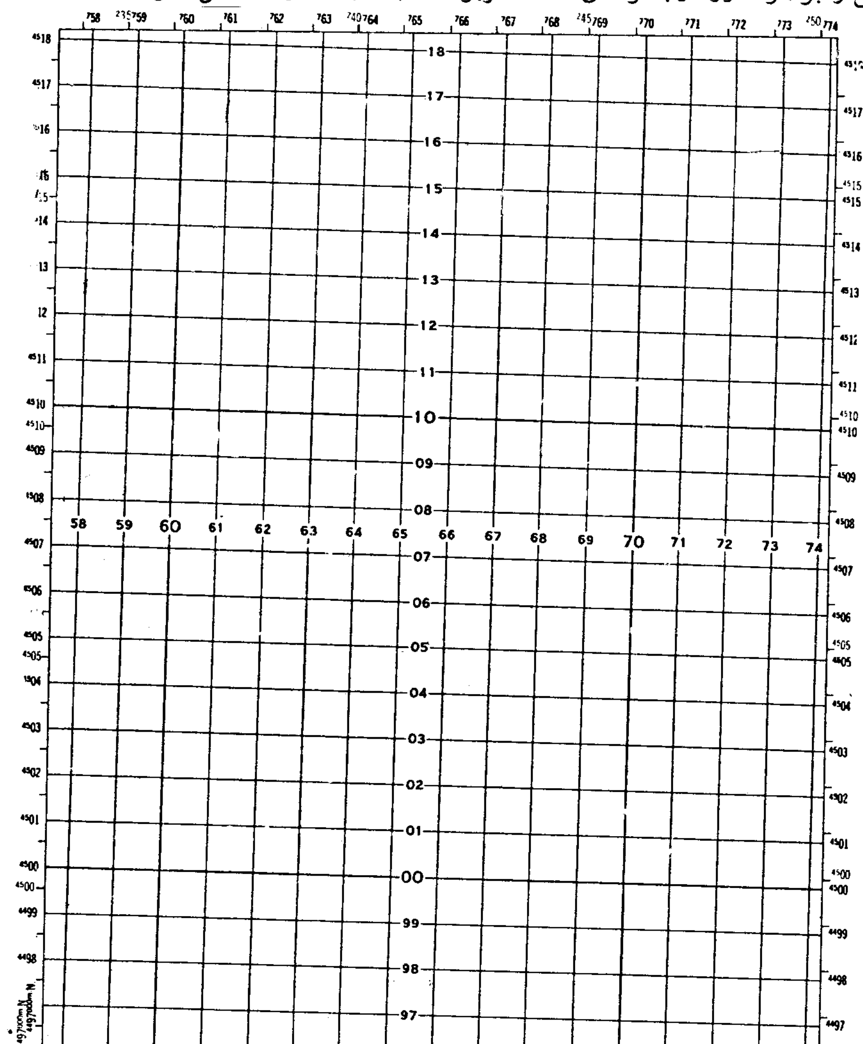


نگاره ۲۷

۴ - ۴ - ب) شبکه‌های مشترک Overlapping Grids

در نقشه‌های بزرگ‌مقیاسی که روی حاشیه‌ای بعرض ۴۰ کیلومتر از محل اتصال مناطق (Zone) قرار گیرند، شبکه‌بندی قائم‌الزاویه هر دو منطقه را بطور مشترک نمایش می‌دهند و به آن شبکه‌های مشترک می‌گویند. شبکه‌های مشترک را در نقشه‌هائی که در حاشیه ۴۰ کیلومتری مناطق (Zone) قرار گرفته‌اند با سرخط‌های کوتاهی نمایش می‌دهند و هر ۵ سرخط را با عددی که معرف موقعیت آن است مشخص می‌سازند و معمولاً آنرا با رنگی غیر از رنگ شبکه اصلی نقشه نمایش می‌دهند (معمولاً از رنگ آبی استفاده می‌شود).

حسن این کار در آن است که به هنگام ضرورت از اتصال این خطوط می‌توان شبکه مشترکی را بوجود آورد و با نوشتن اعداد مربوطه شبکه بندی را تکمیل نمود. (نگاره ۲۸)



همانطور که قبلاً توضیح داده شد پهنای مناطق (Zones) ۶ درجه است. بنابراین پرواضح است که خط فاصل این دو منطقه قسمتی از دوایر نیمروز (نصف‌النهار) است. بهمین جهت شماره و حروف معرف مناطق مجاور در دو طرف آنها نوشته می‌شود تا استفاده‌کنندگان نقشه را در شناخت این مناطق یاری نماید.

۴ - ۵) جدول راهنمای تعیین مختصات Grid Reference Box

همان طوری که در بخش دوم گفته شد در حاشیه نقشه‌های نظامی جدولی بنام راهنمای تعیین مختصات در نظر گرفته شده است تا استفاده کنندگان را در تعیین مختصات قائم الزاویه نقاط یاری نماید.

این جدول مراحل تعیین موقعیت نقاط را بطور گام به گام توضیح داده و راهنمای بسیار مفیدی برای تعیین موقعیت نقاط در سیستم شبکه‌بندی نظامی UTM است.

این جدول از دو بخش تشکیل یافته که در بخش سمت چپ، شماره و حروف منطقه شبکه‌بندی (Grid Zone) و همچنین حروف مشخصه مربعهای صدهزارمتری نوشته می‌شود. (بعضی از نقشه‌ها که سطح آنها بین دو یا چند مربع صدهزارمتری واقع شده، وضع قرارگرفتن اضلاع مربعهای مذکور را در همین بخش نمایش می‌دهند و هر یک از قسمت‌های مربع‌های صدهزارمتری را با حروف مربوطه مشخص می‌سازند تا استفاده کنندگان در کاربرد حروف مشخصه این مربع‌ها راهنمائی گردند) (نگارهٔ ۲۹).

بخش سمت راست جدول اختصاص به طرز به‌کار بردن اعداد و خطوط شبکه داشته و طرز تعیین مختصات نقطه‌ای را بطور مثال ذکر نموده است.

روش تعیین مختصات نقطه‌ای با تقریب ۱۰۰ متر روی نقشه	
نقطه مثال: ایم‌ا یستگاه حشمتیه	
۱ ـ حروف مشخصه مربع ۱۰۰ کیلومتری که نقطه در آن واقع است قرائت شود	FE
۲ ـ عدد مربوط به محور عمودی بلافاصله در چپ نقطه قرائت شود	90
۳ ـ فاصله نقطه مورد نظر تا محور مزبور با تقریب یکدهم ابعاد مربع تخمین شود	5
۴ ـ عدد مربوط به محور افقی بلافاصله پائین نقطه قرائت شود	89
۵ ـ فاصله نقطه مورد نظر تا محور مزبور با تقریب یکدهم ابعاد مربع تخمین شود	3
بنابراین: مختصات نقطه خواهد بود:	FE905893
مختصات کامل نقطه با ذکر معرّف شبکه منطقه‌ای عبارتست از :	40SFE905893

معرّف شبکهٔ منطقه‌ای
40S

معرّف شبکه‌بندی ۱۰۰ کیلومتری

FF	GF
FE	GE

ارقام کوچک مربعات فقط برای نشان‌دادن مختصات کامل نقاط است و هنگام استفاده از قرائت آنها صرفنظر شود
مثال: 39 78 000

نگاره ۲۹

۵ - شبکه‌بندی انگلیسی British Grids

نقشه‌های جدید معمولاً دارای شبکه‌بندی UTM می‌باشند اما هنوز نقشه پاره‌ای از کشورها در سیستم شبکه‌بندی انگلیسی تهیه می‌گردد که آنها نیز بتدریج بوسیله سیستم UTM جایگزین خواهند شد. در این گونه نقشه‌ها غالباً علاوه بر شبکه‌بندی UTM سیستم شبکه‌بندی انگلیسی نیز بوسیله سر خطهائی مشخص گردیده تا در صورت ضرورت بعنوان شبکه‌بندی دوم مورد استفاده قرار گیرد.

۶- شبکه‌بندی جغرافیائی (ژئورف) Geographic Reference System

این شبکه‌بندی که در واقع یک سیستم جهانی است بیشتر از نظر امور هوانوردی و عملیات هوائی مورد استفاده قرار گرفته و به کمک این سیستم طول و عرض جغرافیایی نقاط مختلف زمین را روی نقشه‌ها و چارتهای هوائی تعیین می‌کنند.

نحوهٔ استفادهٔ این شبکه نیز بوسیله جدول مخصوصی که مشابه جدول راهنمای شبکه‌بندی UTM نظامی است در حاشیه نقشه‌های هوایی (معمولاً برنگ آبی) نمایش داده می‌شود. اساس این سیستم عبارتست از تقسیم کره زمین به چهارضلعی‌های حاصله از تلاقی دوایر نیمروز (نصف‌النهار) و دوایر همرو عرض جغرافیایی (مدارات) و مشخص نمودن چهارضلعی‌های مزبور بوسیله حروف و اعداد، بطوریکه موقعیت این چهارضلعی‌ها را بتوان به آسانی در روی کره زمین تعیین نمود.

بطور کلی سیستم شبکه‌بندی ژئورف براساس تقسیم بندی‌های زیر استوار است:

۶-۱) نخستین تقسیم‌بندی

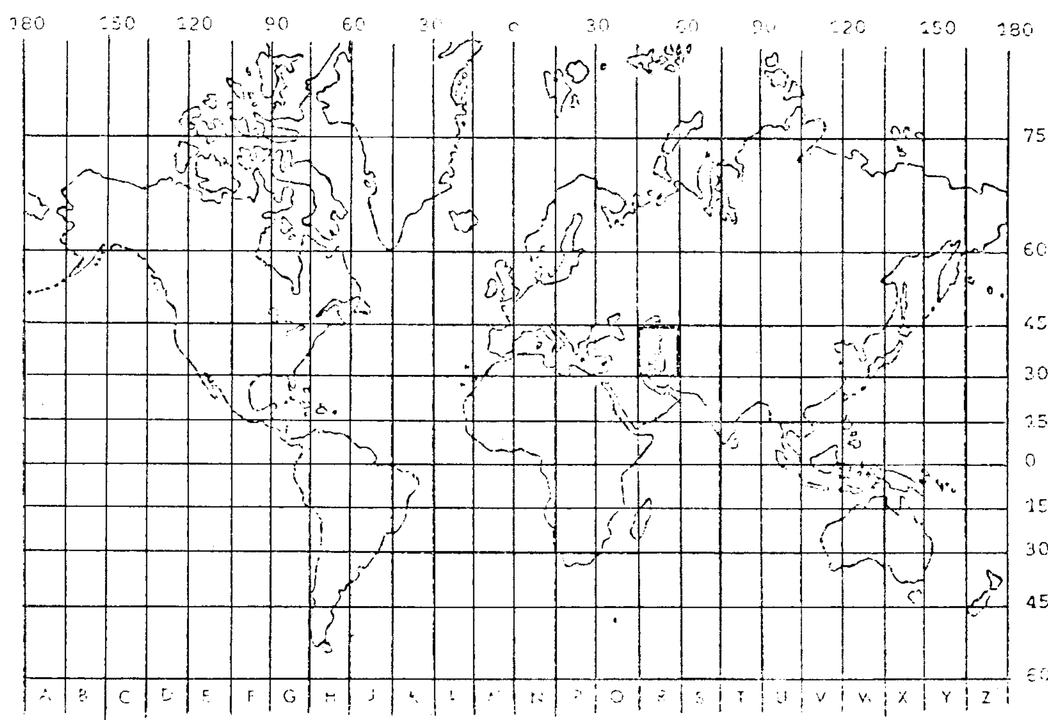
الف - کره زمین به ۲۴ قاچ ۱۵ درجه‌ای در امتداد دوایر نصف‌النهار تقسیم گردیده که این قاچ‌ها از نصف‌النهار ۱۸۰ درجه آغاز می‌شود و رو بسوی شرق، کره زمین را دربرگرفته و دوباره به نصف‌النهار ۱۸۰ درجه پایان می‌یابد. و هر یک از این قاچ‌ها را با یکی از حروف الفباء از A تا Z

(به استثنای حروف I و O) مشخص می‌سازند. بنابراین نخستین حرف سمت چپ مختصات ژئورف معرف قاچ ۱۵ درجه‌ای است که نقطه مورد نظر در آن واقع شده است.

ب - کره زمین را در امتداد دوایر همرو عرض جغرافیایی به ۱۲ کمربند به پهنای ۱۵ درجه تقسیم نموده و هرکدام از کمربندهای مذکور را با یکی از حروف الفباء از A تا M (باستثنای حرف I) از قطب جنوب بسوی قطب شمال مشخص می‌سازند.

بنابراین دومین حرف سمت چپ مختصات ژئورف معرف کمربند ۱۵ درجه‌ای است که نقطه مورد نظر در آن قرارگرفته است.

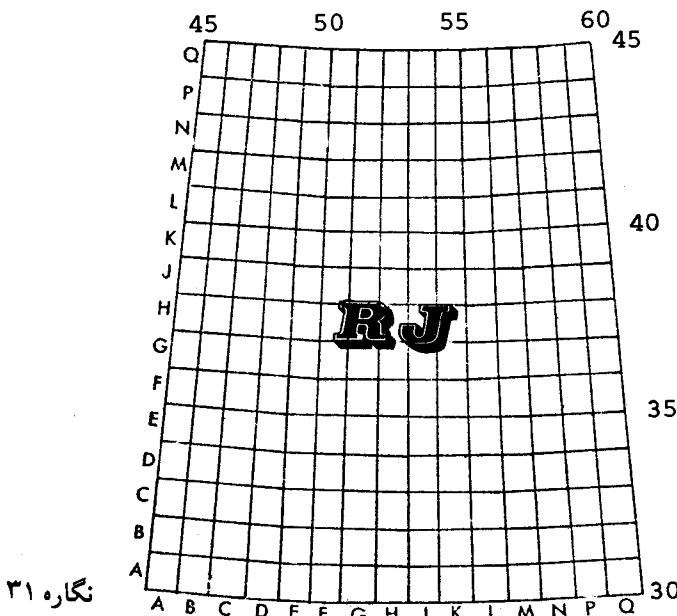
ج - قاچ‌های ۲۴ گانه و همچنین کمربندهای ۱۲ گانه فوق، کره زمین را به ۲۸۸=۱۲×۲۴ چهارضلعی تقسیم می‌کنند که هرکدام از آنها با دو حرف لاتین مشخص می‌گردد مانند قطعه RJ (نگاره ۳۰).



نگاره ۳۰

۶-۲) دومین تقسیم بندی

هریک از چهارضلعی‌های ۱۵ درجه‌ای به پانزده قسمت یک درجه‌ای در طول (قاچهای یک درجه) و ۱۵ قسمت یک درجه در عرض (کمربندهای یک درجه) تقسیم گردیده و در نتیجه ۲۲۵(=۱۵×۱۵) چهارضلعی یک درجه بوجود آمده است. چهارضلعی‌های اخیر با یکی از حروف الفباء از A تا Q (باستثنای حروف O,I) از غرب به شرق و بهمین ترتیب از سوی جنوب به‌شمال حروف‌گذاری شده و در نتیجه هر یک از آنها با دو حرف الفباء مشخص شده است مانند قطعه LH (نگاره ۳۱).



نگاره ۳۱

با این توصیف سومین حرف سمت چپ مختصات ژئورف معرف قاچ یک درجه‌ای و چهارمین حرف آن مشخص کننده کمربند یک درجه‌ای است. یا به عبارت دیگر چهار حرف سمت چپ مختصات ژئورف، موقعیت چهارضلعی‌های یک درجه‌ای را در روی کره زمین تعیین می‌کند مانند چهارضلعی RJLH (نگاره ۳۱).

۶-۳) سومین تقسیم‌بندی

هر یک از چهارضلعی‌های یک درجه‌ای به ۶۰ قسمت یک دقیقه‌ای در طول و ۶۰ قسمت یک دقیقه‌ای در عرض تقسیم شده و در نتیجه ۳۶۰۰(=۶۰×۶۰) چهارضلعی یک دقیقه‌ای بوجود آمده است.

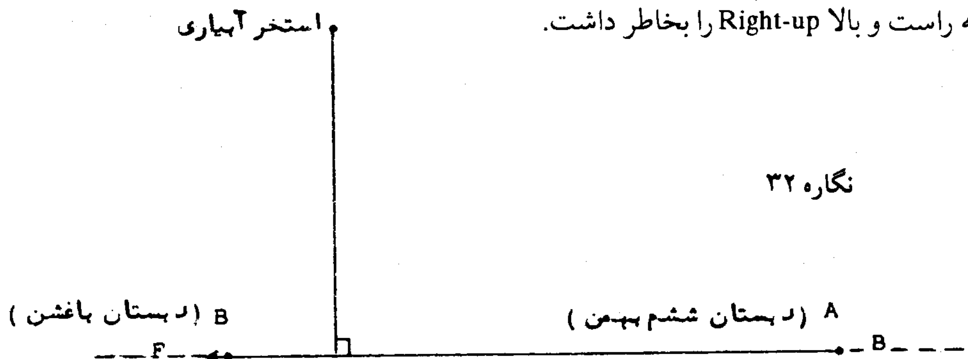
چهارضلعی‌های اخیر با یکی از اعداد از صفر تا ۵۹ از غرب به شرق و بهمین ترتیب از سوی جنوب به شمال شماره‌گذاری شده و در نتیجه هر کدام از آنها با یک عدد چهاررقمی مشخص گردیده‌اند (ترتیب شماره‌گذاری برای رقمهای ۱ تا ۹ بصورت ۰۱ و ۰۲ و ۹۰۰۰۰ می‌باشد).

چنانچه بخواهیم موقعیت نقاط مختلف را در سیستم ژئورف با دقت بیشتری بدست آوریم می‌توان چهارضلعی‌های یک دقیقه‌ای را نیز برحسب مقیاس نقشه یا چارت مثلاً به ۱۰ یا ۱۰۰ قسمت کوچکتر در عرض و همچنین به ۱۰ یا ۱۰۰ قسمت در طول تقسیم نمود و موقعیت هر کدام از این تقسیمات را از صفر تا ۹ (برای ده قسمتی) و از صفر تا ۹۹ (برای صدقسمتی) از غرب به شرق و از جنوب به شمال شماره‌گذاری نمود و در نتیجه موقعیت نقاط مختلف را با دقت ۰/۱ دقیقه یا ۶ ثانیه (برای ده قسمتی) و یا ۰/۰۱ دقیقه یا ۰/۶ ثانیه مانند مثالهای زیر بدست آورد.

با دقت ۰/۱ دقیقه RJLH516582

با دقت ۰/۰۱ دقیقه RJLH51635828

توجه: در سیستم ژئورف نیز همانند سیستم شبکه‌بندی TM ... همواره باید اصل به راست و بالا Right-up را بخاطر داشت.



نگاره ۳۲

فصل ۴

مقیاس و فاصله

- مقدمه

همانطوری که در تعریف نقشه (شماره ۱ بخش یکم) گفته شد، نقشه عبارتست از نمایش قائم تمام یا قسمتی از سطح زمین که ابعاد و فواصل میان عوارض آن به نسبت معین و یکسانی کوچک شده باشد، این نسبت را در اصطلاح نقشه‌خوانی و نقشه‌برداری مقیاس می‌نامند.

یکی از فواید مقیاس این است که می‌توان فواصل واقعی میان نقاط را (که نقش موثری در نقشه‌خوانی بویژه در طرح‌ریزیها و عملیات دارند) بکمک آن از روی نقشه بطور مستقیم بدست آورد.

۱ - مقیاس عددی (کسری) Representation Fraction

مقیاس عددی نقشه که معرف نسبت میان فواصل روی نقشه به فواصل افقی مشابه آن در طبیعت است معمولاً بصورت کسری نوشته می‌شود که به آن مقیاس عددی یا Representation Fraction می‌گویند و آن را با حرف RF ، S یا E نمایش می‌دهند.

کسر مقیاس همواره طوری نوشته می‌شود که صورت آن (که معرف فواصل روی نقشه است) عدد ۱ بوده و هیچگونه واحدی (متر، یارد و امثال آن) ندارد. مانند عدد ۱ در صورت

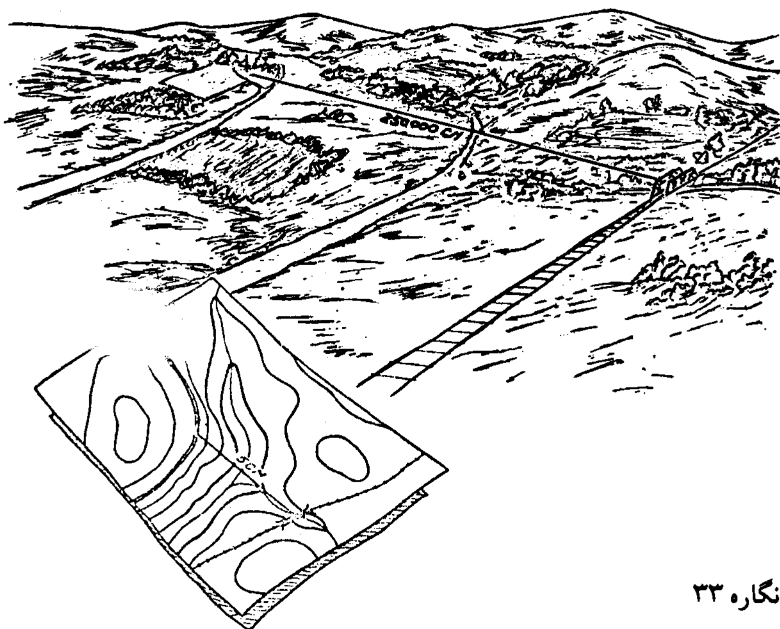
کسر $\frac{۱}{۵۰۰۰۰}$ که آنرا به این شکل (۱:۵۰۰۰۰) نیز می‌نویسند. در این کسر منظور این است که یک واحد مسافت روی نقشه برابر ۵۰۰۰۰ از همان واحد مسافت در طبیعت است، مثلاً یک سانتی متر طول روی نقشه برابر ۵۰۰۰۰ سانتی‌متر طول در طبیعت و یا یک اینچ طول روی نقشه برابر ۵۰۰۰۰ اینچ طول در طبیعت است و مانند آن که عدد ۵۰۰۰۰ در واقع مخرج کسر مقیاس است.

با توجه به توضیحات بالا نتیجه می‌گیریم که فاصله افقی میان دو نقطه در طبیعت برابر است با فاصله همان دو نقطه در نقشه ضرب در مخرج کسر.

۱/۱) مثال - مقیاس نقشه‌ای ۱:۵۰۰۰۰ یا $\frac{۱}{۵۰۰۰۰}$ است.

اگر فاصله میان دو نقطه B,A در روی نقشه برابر ۵ واحد باشد فاصله افقی میان آن دو نقطه در طبیعت چند واحد است؟ (نگاره ۳۳)

حل: ۵×۵۰۰۰۰=۲۵۰۰۰۰ واحد



نگاره ۳۳

۱-۲) بدیهی است چنانچه نقشه‌ای فاقد مقیاس باشد اندازه‌گیری فواصل روی آن مواجه با اشکال خواهد گردید. برای برطرف ساختن این مشکل دو راه وجود دارد.

۱ - الف) مقایسه مسافت‌های نقشه با مسافت‌های مشابه در طبیعت

برای این منظور فاصله میان دو نقطه را روی نقشه اندازه می‌گیریم (MD) و سپس مسافت افقی میان همان دو نقطه را نیز برحسب همان واحدی که مسافت روی نقشه را با آن اندازه‌گیری کرده‌ایم در طبیعت بدست می‌آوریم (GD). حال با استفاده از فرم اصلی کسر مقیاس (RF) که شکل آن در واقع بصورت $\frac{1}{X}$ است رابطه زیر را می‌نویسیم:

$$RF = \frac{1}{X} = \frac{MD}{GD}$$

چون صورت و مخرج کسر $\frac{MD}{GD}$ از یک واحد است پس می‌توان این کسر را آنقدر کوچک نمود تا صورت آن برابر ۱ شود.

مثال - اگر فاصله در روی نقشه یعنی MD برابر ۴/۳۲ سانتیمتر و همان فاصله در طبیعت (یعنی GD) برابر ۲/۱۶ کیلومتر باشد مقیاس نقشه مذکور را حساب کنید.

حل:

$$GD = 2.16 \times 1000 \times 100 = 216000 \text{ cm}$$

$$MD = 4.32 \text{ cm}$$

$$RF = \frac{1}{X} = \frac{MD}{GD} = \frac{4.32}{216000}$$

$$RF = 4.32 \; X = 216000$$

$$X = 216000 : 4.32 = 50000$$

$$RF = \frac{1}{50000} \quad RF = 1:50000$$

۱-ب) مقایسه فاصله روی‌نقشه فاقدمقیاس باهمان فاصله درروی نقشه بامقیاس معلوم

برای این منظور فاصله میان دو نقطه را در روی نقشه‌ای که فاقد مقیاس است اندازه می‌گیریم (MD) سپس فاصله میان همان دو نقطه را در روی نقشه دیگری که مقیاس آن معلوم است بدست می‌آوریم و به کمک مقیاس، فاصله افقی میان دو نقطه یعنی GD را تعیین می‌کنیم.

حال با استفاده از فرمول $\frac{MD}{GD} = \frac{1}{X} = RF$ مقیاس نقشه مورد نظررا به همان ترتیبی که در قسمت (الف) شرح داده شد بدست می‌آوریم.

گاهی اوقات ممکن است بخواهیم مسافت میان دو نقطه روی نقشه را با استفاده از مقیاس نقشه و فاصله افقی میان همان دو نقطه بدست آوریم. برای این کار می‌توانیم از فرمول $\frac{MD}{GD} = RF$ استفاده کرده و مقدار MD را مطابق مثال زیر حساب کنیم:

مثال) - فاصله افقی میان دو نقطه در طبیعت برابر ۲۲۰۰ متر است. فاصله میان این دو نقطه را در روی نقشه‌ای به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ به دست آورید:

حل:

$$RF = \frac{MD}{GD}$$

$$MD = \frac{GD}{RF} = \frac{2200 \times 100cm}{50000} = 4.4 \text{ cm}$$

باید توجه داشت که مقیاس نقشه در اندازه‌گیری فاصله روی نقشه و تبدیل آن به فاصله افقی روی زمین، نقش موثری دارد و در میزان دقت فاصله به دست آمده اثر می‌گذارد. به عبارت دیگر هرچه مقیاس نقشه کوچکتر باشد از دقت مسافت بدست آمده کاسته شده و برعکس، بزرگی مقیاس نقشه بر دقت فواصل اندازه‌گیری شده می‌افزاید. به همین جهت هرچه مقیاس نقشه کوچکتر باشد باید بهمان نسبت بر میزان دقت اندازه‌گیری روی نقشه افزود.

برای روشن شدن مطلب مثلاً اگر مقیاس نقشه‌ای ۱:۱۰۰۰۰۰ باشد ۲۲/۵ میلیمتر روی آن برابر ۲۲۵۰ متر است در حالی که روی نقشه ۱:۵۰۰۰۰ طول ۴۵ میلیمتر معادل ۲۲۵۰ متر خواهد شد.

با اندکی توجه ملاحظه می‌شود اگر بخواهیم فاصله ۲۲۵۰ متر را روی نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ اندازه بگیریم باید بر دقت قرائت تقسیمات خط کش بیفزائیم و آن را با دقت ۰/۵ میلیمتر قرائت کنیم، در حالی که در نقشه ۱:۵۰۰۰۰ کافی است همان فاصله را با دقت یک میلیمتر اندازه‌گیری کنیم.

۲- مقیاس ترسیمی (مقیاس خطی) Graphic or linear scale (Bar Scale)

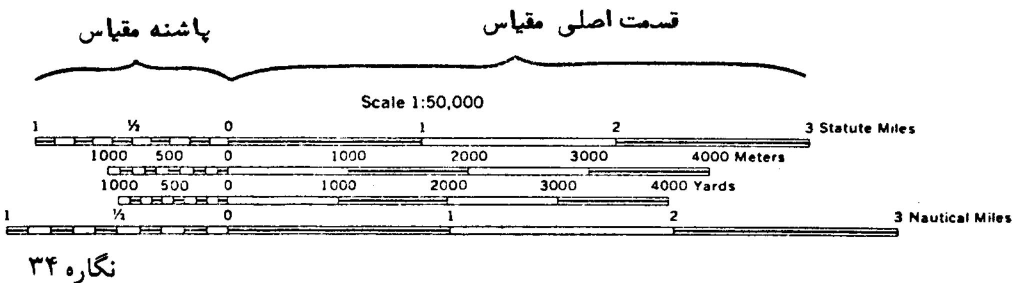
در بیشتر نقشه‌ها علاوه بر مقیاس عددی از مقیاس دیگری بنام مقیاس ترسیمی یا

مقیاس خطی استفاده می‌شود.

مقیاس ترسیمی در واقعی نوعی خط کش است که در حاشیه نقشه چاپ شده و متناسب با مقیاس نقشه طوری تقسیم بندی گردیده که تقسیمات واقع در سمت راست آن معرف مسافتهایی است که اندازه آنها بوسیله ارقامی که درکنارشان نوشته شده مشخص می‌گردد که به آنها قسمت اصلی مقیاس می‌گویند.

تقسیمات واقع در سمت چپ عدد صفر که به آن پاشنه مقیاس می‌گویند به قطعات کوچکتری که معرف اجزاء دهدهی (اعشار) تقسیمات اصلی است تقسیم‌بندی شده تا برای اندازه‌گیری اجزاء و یا خرده‌های قسمت اصلی بکار برده شود.

غالب نقشه‌ها دارای چند نوع مقیاس ترسیمی هستند که هر کدام از آنها برحسب یکی از واحدهای اندازه‌گیری مسافت مانند متر، یارد و میل و امثال آن مدرج شده‌اند. (نگاره ۳۴)

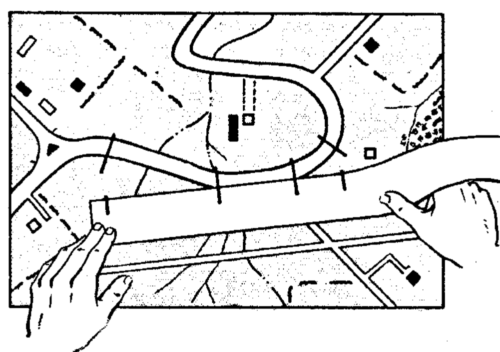


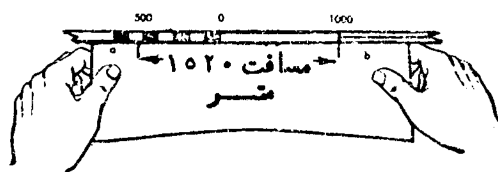
نگاره ۳۴

۲-۱) روش استفاده از مقیاس ترسیمی

الف) اگر بخواهیم فاصله افقی میان دو نقطه را در روی نقشه اندازه بگیریم کافی است یک نوار باریک از کناره‌های یک برگ کاغذ را که بصورت خط مستقیم بریده شده، روی نقشه طوری بگذاریم که لبه بریده شده آن در کنار این نقاط قرار گیرد. در این موقع محل نقطه‌های مورد نظر را در روی کاغذ با مداد، علامتگذاری می‌کنیم و سپس کاغذ بریده شده را از طرف همان لبه در کنار مقیاس ترسیمی قرار داده و فاصله افقی میان نقاط مذکور را از روی مقیاس ترسیمی قرائت می‌کنیم (نگارهٔ ۳۵).

چنانچه بخواهیم طول یک جاده خمیده و یا آبریز یا عارضه مشابه دیگری را اندازه بگیریم نخست جاده یا عارضه منحنی شکل را به قطعه‌های کوچکی که حتی‌المقدور بخط مستقیم نزدیک باشد تقسیم کرده و سپس لبه کاغذی را که بصورت خط راستی بریده شده انتخاب می‌کنیم و آن را در مجاورت جاده یا عارضه قوسی شکل قرار می‌دهیم و محل تقسیمهای بالا را بطور پی‌درپی روی لبه کاغذ، نشانه‌گذاری می‌کنیم و سپس لبه کاغذ را در کنار مقیاس خطی قرار داده و فاصله افقی میان نشانه‌های اول و آخر لبه کاغذ را از روی مقیاس می‌خوانیم (نگاره ۳۶). گاهی اوقات فاصله میان لبه کادر نقشه تا نخستین شهر و آبادی ویا نزدیکترین شاهراه را در کنار کادر نقشه می‌نویسند. در چنین مواردی اگر فاصله میان یک نقطه واقع در روی نقشه ونقطه دیگر واقع در خارج ازکادر نقشه را اندازه‌گیری کنیم کافیست نخست فاصله میان نقطه مذکور تالبه کادر نقشه را اندازه بگیریم و سپس آنرا به عددی که معرف فاصله کادر نقشه تا عارضه مشخص نقشه بعدی است بیفزائیم. البته در چنین مواردی باید توجه داشت مسافت‌های اندازه‌گیری شده از روی مقیاس ترسیمی و


نگاره ۳۵



نگاره ۳۶

اندازه نوشته شده در کناره کادر از یک واحد باشند.

ب) زمان راه‌پیمائی از نقطه‌ای به نقطه دیگر یکی از عوامل مهم بوده و در برآوردهای عملیاتی نقش موثری دارد. برای محاسبه این زمان می‌توان از فرمول زیر استفاده نمود:

$$T = \frac{D}{R}$$

که در آن T زمان D مسافت و R میزان سرعت است.

مثلاً اگر یک گروه پیاده با سرعت متوسط ۴ کیلومتر در ساعت (R) حرکت کند پرواضح است برای طی ۱۲ کیلومتر مسافت (D) ناگزیر از ۳ ساعت (T) صرف وقت خواهد بود، که به این ترتیب فرمول بالا بصورت زیر درمی‌آید.

$$\frac{12(D)}{4(R)} = 3(T)$$

برای اینکه بتوانیم زمان لازم برای طی مسافت‌های مختلف را به کمک نقشه بدست آوریم از وسیله ساده‌ای بنام قواره‌زمان و مسافت Time-Distance Scale استفاده می‌کنیم که اندازه آن به مقیاس نقشه، میزان سرعت و طول مسافت مورد نظر بستگی دارد.

بطور مثال اگر بخواهیم فاصله‌ای بطول ۱۲ کیلومتر را در عرض ۳ ساعت طی کنیم در چنین حالتی ترتیب رسم قواره زمان و فاصله برای نقشه ۱:۵۰۰۰۰ بشرح زیر خواهد بود.

ب - ۱) فاصله ۱۲ کیلومتر را برحسب سانتی‌متر تبدیل می‌کنیم:

$12 \times 1000 \times 100 = 1200000cm$

ب - ۲) فاصله مذکور را بصورت خط مستقیمی که درازای آن با توجه به مقیاس نقشه مطابق فرمول زیر

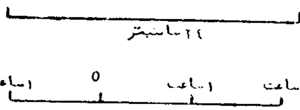
$$MD = \frac{1}{50000} \times 1200000 = 24cm$$

برابر ۲۴ سانتی‌متر است روی کاغذ رسم می‌کنیم.

ب - ۳) خط مستقیم را با توجه به اینکه باید در عرض ۳ ساعت پیموده شود به سه قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم. (نگاره ۳۷)

ب - ۴) قسمت پاشنه مقیاس را (یعنی قسمت سمت چپ عدد صفر) برحسب ثانیه به زمان کوچکتری بشرح زیر تقسیم می‌کنیم:

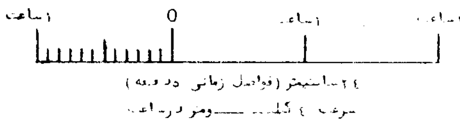
- به ۶۰ قسمت برای نمایش فواصل زمانی یک دقیقه
- به ۱۲ قسمت برای نمایش فواصل زمانی ۵ دقیقه
- به ۶ قسمت برای نمایش فواصل زمانی ۱۰ دقیقه



نگاره ۳۷

برای نمونه نگاره شماره ۳۸ قواره زمان و فاصله را برای طول ۱۲ کیلومتری که باید در عرض ۳ ساعت طی شود و پاشنه آن به فواصل زمانی ۵ دقیقه تقسیم گردیده است نمایش می‌دهد و مشخص می‌سازد که در هر ساعت باید مسافتی معادل ۴ کیلومتر طی گردد.

بدین ترتیب عوامل طرح‌ریزی قادر خواهند گردید موقعیت راه پیمایان را در هر لحظه از روی مقیاس بدست آورند:



نگاره ۳۸

۳- تبدیل سیستم انگلیسی به سیستم متریک

گاهی اوقات لازم است سیستم انگلیسی را بدون استفاده از جدول تبدیل به سیستم متریک برگردانند. طرز کار در این قبیل موارد به ترتیب مثال زیر است:

مثال) - فرض کنیم می‌خواهیم عدد ۱۹۶۸۵ اینچ را به متر و یا کیلومتر تبدیلَ کنیم، با توجه به اینکه هر متر برابر ۳۹/۳۷ اینچ است به ترتیب زیر عمل خواهیم کرد:

$$\frac{۱۹۶۸۵}{۳۹/۳۷} = ۵۰۰ \text{ متر} \quad \text{و} \quad \frac{۱۹۶۸۵}{۳۹/۳۷ \times ۱۰۰۰} = ۰/۵ \text{ کیلومتر}$$

فصل ۵

جهت‌ها و امتدادها

مقدمه

سمت یکی از لغاتی است که کم و بیش جزو مکالمات روزانه بطرق مختلفی مانند سمت راست، سمت چپ و امثال آن بکار برده می‌شود. در اینجا پرسشی که به میان می‌آید این است که اگر سمت مبنائی وجود نداشته باشد سمت چپ و یا سمت راست و مانند آن را نسبت به چه باید سنجید؟

در امور اجرائی از سمت‌های معینی بعنوان سمت مبنا استفاده می‌شود و زاویه‌های میان مبنا و سایر امتدادها را برحسب واحدهای استاندارد و شناخته شده‌ای اندازه‌گیری می‌کنند.

۱ - واحدهای اندازه‌گیری زاویه

معمولاً سمت امتدادها را برحسب واحدهای قوسی (یا زاویه‌ای) که انواع مختلفی بشرح زیر دارد، اندازه‌گیری می‌کنند.

۱ - ۱) درجه

Degree

$\frac{۱}{۳۶۰}$ محیط هر دایره را یک درجه می‌نامند. هر درجه برابر ۶۰ دقیقه (Minutes) و هر

دقیقه ۶۰ ثانیه (Second) است که آنها را به ترتیب با علائم (°) برای درجه و (´) برای دقیقه و (˝) برای ثانیه نمایش می‌دهند.

۱-۲) میلیم Mil.

میلیم یکی از واحدهائی است که بیشتر در امور نظامی مورد استعمال داشته و اندازه آن $\frac{۱}{۶۴۰۰}$ پیرامون دایره است.

همانطوریکه گفته شد از این واحد بیشتر در امور نظامی استفاده می‌شود. این واحد همانطوریکه از نام آن برمی‌آید تقریباً عبارتست از زاویه دید یک طول یک واحدی در فاصله هراز واحد، یا بعبارت ساده یک طول یک متری در فاصله ۱۰۰۰ متری زاویه دیدی به وجود می‌آورد که به آن یک میلیم می‌گویند.

با توجه به اینکه

$$6400 \text{ mil.} = 360^\circ$$

$$1 \text{ mil.} = \frac{360}{6400} = 00^\circ 03' 02''$$

$$360^\circ = 6400 \text{ mil.}$$

$$1^\circ = \frac{6400}{360} = 17.8 \text{ mil.}$$

۱-۳) گراد Grad

گراد در واقع واحد اندازه‌گیری زاویه در سیستم متریک است که اساس آن فوق‌العاده ساده و منطقی است و آنرا به ترتیب زیر می‌توان شرح داد:

هرگاه هر ربع دایره را به ۱۰۰ قسمت و یا بطور کلی هر دایره را به ۴۰۰ قسمت برابر تقسیم نمایند هر قسمت آن را یک گراد می‌نامند و یا بعبارت دیگر هر گراد عبارتست از $\frac{۱}{۴۰۰}$ محیط دایره. هر گراد به صد دقیقه صد قسمتی بنام سانتی‌گراد (Centigrads) و هر سانتی‌گراد به ۱۰۰ ثانیه صد قسمتی بنام میلی‌گراد (Miligrads) تقسیم می‌گردد و آنها را بترتیب با علائم(G) برای گراد و (ˋ) برای دقیقه و (˵) برای ثانیه نمایش می‌دهند.

۲- امتداد (خط مبنا) Base-Lin

همانطوریکه برای سنجش هر چیز یک نقطه شروع و یا بعبارت دیگر صفر یا مبنائی لازم است، برای تعریف و یا مشخص ساختن امتدادها نیز داشتن یک نقطه شروع و یا یک نقطه رفرانس (Reference point) که مبین وضعیت امتداد نسبت به آنها باشد ضروری است.

بطور کلی برای سنجش امتدادها سه امتداد مبنا وجود دارد که عبارتنداز شمال حقیقی (T.N) شمال مغناطیسی (Magnetic North) و بالاخره شمال سوم بنام شمال شبکه (GN). در میان سه شمال بالا شمال مغناطیسی و شمال شبکه از نظر نقشه‌خوانی مورد استعمال بیشتری دارند. این دو شمال هنگامی به کار برده می‌شوند که از قطب‌نما و خطوط شبکه‌بندی قائم‌الزاویه نقشه‌ها استفاده شود.

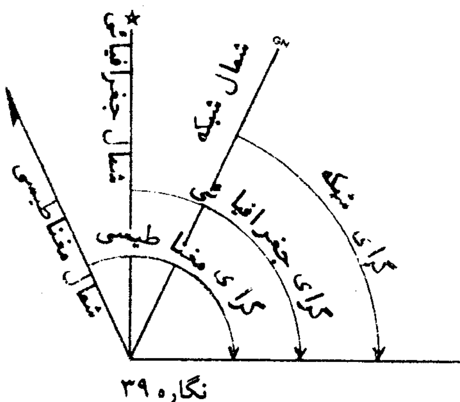
برای اینکه شمال‌های سه‌گانه بالا را بیشتر و بهتر بشناسیم به تعاریف زیر توجه نمائید:

۲-۱) شمال حقیقی یا شمال جغرافیائی True North

امتداد نصف‌النهار گذرنده بر هر یک از نقاط زمین راجهت شمال جغرافیائی یا شمال حقیقی می‌گویند، این امتداد با میانگین موقعیت ستاره قطبی در یک راستا قرار دارد. شمال حقیقی را با یک ستاره (*) مشخص می‌سازند. (نگاره ۳۹)

۲-۲) شمال مغناطیسی Magnetic North

امتدادی را که نوک شمالی عقربه مغناطیسی در حالت رهائی نشان می‌دهد شمال مغناطیسی می‌گویند. این شمال را معمولاً در نقشه‌ها با یک نیم فلش نشان می‌دهند و گاهی اوقات نیز آن را با دو حرف MN مشخص می‌سازند. (نگاره ۳۹)



نگاره ۳۹

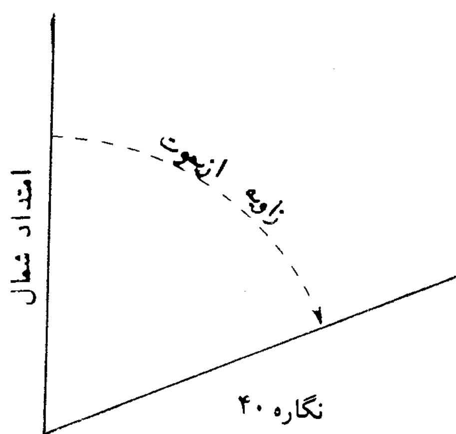
۲-۳) شمال شبکه
Grid North

امتداد شمالی محورهای شبکه را شمال شبکه می‌نامند. بعبارت دیگر اگر خطوط افقی را محور Xها و خطوط قائم را محور Yها بنامیم، امتداد محور Yها در واقع همان شمال شبکه است که آنرا با حروف Y یا GN نمایش می‌دهند.

۳- گرای مستقیم و معکوس
Azimuth and Back azimuth

گرای یا آزیموت که متداول‌ترین روش بیان هر امتداد است، عبارت است از زاویه افقی که امتداد مذکور با یکی از امتدادهای مبنا بوجود آورده و همواره نسبت به یکی از شمال‌ها در جهت گردش عقربه‌های ساعت اندازه‌گیری می‌شود.

هرگاه گرای (یا آزیموت) امتداد میان دو نقطه از نقشه، مورد نظر باشد، کافی است دو نقطه را بوسیله خط راستی بیکدیگرمتصل نموده و با استفاده از نقاله زاویه میان امتداد شمال شبکه و خط ترسیم شده را اندازه‌گیری کرد که به این زاویه، گرای (یا آزیموت) شبکه می‌گویند (نگارهٔ ۴۰).



نگاره ۴۰

باید توجه داشت که نام آزیموت یا گرای از نام امتداد مبنا یا شمالی که زاویه آزیموت نسبت به آن اندازه‌گیری شده است اقتباس می‌گردد. بعبارت دیگر اگر زاویه آزیموت نسبت به شمال شبکه اندازه‌گیری شود به آن گرای (یا آزیموت) شبکه می‌گویند. و به زاویه آزیموتی که نسبت به شمال مغناطیس اندازه‌گیری شود، آزیموت مغناطیسی گفته می‌شود و بالاخره زاویه‌ای که نسبت به شمال حقیقی یا شمال جغرافیایی اندازه گرفته شود آزیموت جغرافیایی نام دارد. (نگاره ۳۹)

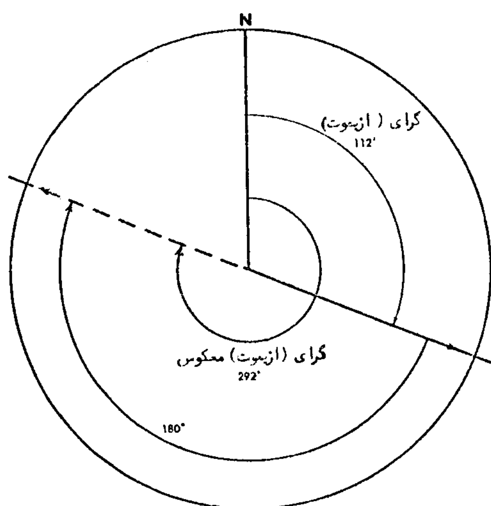
وضعیت معکوس هر امتداد را نسبت به امتداد شمال، آزیموت معکوس یا گرای

معکوس (Back azimuth) می‌نامند. برای اینکه گرای معکوس هر امتداد را بدست آوریم کافی است که ۱۸۰ درجه (یا ۲۰۰ گراد) به گرای مستقیم آن افزود و یا از آن کاست. به عبارت دیگر اگر گرای مستقیم امتدادی ۱۸۰ درجه یا کمتر باشد، برای بدست آوردن گرای معکوس باید ۱۸۰ درجه به آن افزود و اگر گرای مستقیم آن امتداد بیشتر از ۱۸۰ درجه باشد باید ۱۸۰ درجه از آن کاست. (نگاره ۴۱)

توضیحات بالا را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

گرا BA = گرا AB + 180 اگر AB≤180

گرا BA = گرا AB - 180 اگر AB>180



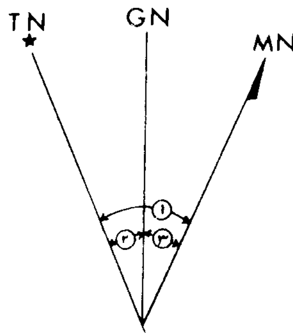
نگاره ۴۱

معمولاً در حاشیه جنوبی نقشه‌ها دیاگرامی بنام نمودار شمال‌ها چاپ شده تا استفاده کنندگان را در توجیه نقشه یاری کند. در این نمودار جهت شمال‌های جغرافیایی، شبکه و مغناطیسی نسبت بیکدیگر نمایش داده شده است.

۴- زاویه انحراف

در میان شمال‌های سه‌گانه جهت شمال جغرافیایی دارای وضعیت ثابتی بوده و دو شمال دیگر نسبت به آن زاویه‌هائی بوجود می‌آورند که به آنها زاویه انحراف می‌گویند. بدین ترتیب که زاویه میان شمال جغرافیایی و شمال شبکه را انحراف شبکه و زاویه میان شمال جغرافیایی و شمال مغناطیسی را انحراف مغناطیسی می‌نامند. (نگاره ۴۲) و زاویه میان شمال شبکه و شمال مغناطیسی را نیز زاویه شبکه مغناطیسی می‌گویند.

برای آشنائی بیشتر با این زاویه‌ها به توضیحات زیر توجه نمائید.



نگاره ۴۲

۴-۱) زاویه انحراف مغناطیسی

Magnetic Declination

زاویه میان شمال جغرافیایی و شمال مغناطیسی را زاویه انحراف مغناطیسی می‌گویند (زاویه ۱ شکل ۴۲). این زاویه را معمولاً به کمک عملیات نقشه‌برداری و مشاهدات نجومی و یا با استفاده از جداول موجود اندازه می‌گیرند.

از آنجائیکه شمال مغناطیسی جهت ثابتی ندارد از این رو انحراف مغناطیسی نیز متغیر بوده و مقدار آن نسبت به شمال جغرافیائی، زمانی شرقی وگاهی غربی است. بهمین جهت غالباً در پای نقشه‌ها مقدار تغییرات سالیانه انحراف مغناطیسی را یادداشت می‌کنند تا مورد

بهره‌برداری استفاده کنندگان قرار گیرد.

۴-۲) زاویه انحراف شبکه Grid convergence

زاویه میان شمال جغرافیایی و شمال شبکه قائم‌الزاویه را انحراف شبکه می‌گویند (زاویه ۲ نگاره ۴۲). معمولاً مقدار انحراف شبکه مرکز نقشه را با تقریب یک دقیقه درپای نقشه‌ها یادداشت می‌کنند و معادل آن را برحسب میلیم نیز قید می‌نمایند.

۴-۳) زاویه شبکه مغناطیسی Grid Magnetic Angle

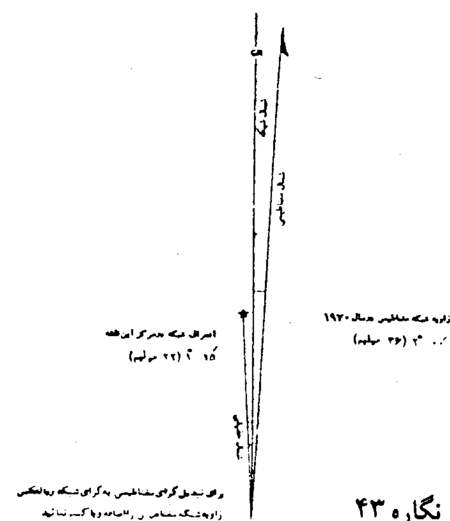
زاویه میان شمال شبکه و شمال مغناطیسی را زاویه شبکه مغناطیسی می‌گویند (زاویه ۳ نگاره ۴۲). مقدار این زاویه را با تقریب ۳۰ دقیقه و معادل آنرا با تقریب ۱۰ میلیم برحسب میلیم در پای نقشه‌ها یادداشت می‌کنند و همچنین سالی که این زاویه را اندازه‌گیری نموده‌اند نیز قید می‌نمایند. معمولاً این زاویه را در نقشه‌ها با علامت اختصاری GM نمایش می‌دهند.

۴-۴) تبدیل گرای مغناطیسی به گرای شبکه و برعکس Conversion notes

مهمترین فایده زاویه شبکه مغناطیسی استفاده از آن برای تبدیل گرای (یا آزیموت) مغناطیسی به گرای شبکه و برعکس است. از این روز توضیح مختصری که بیان کننده روش تبدیل گرای مغناطیسی به گرای شبکه و برعکس باشد، همراه با جمله افزودن و یا کاستن زاویه شبکه مغناطیسی در کنار نمودار شمال‌ها نوشته شده و استفاده کنندگان را برای تبدیل گراها به یکدیگر یاری می‌نماید (نگاره ۴۳).

همان طوری که قبلاً گفته شد نمودار شمال‌ها ترکیبی از سه شمال جغرافیایی، شبکه و مغناطیسی بوده و وضعیت آن سه را نسبت به یکدیگر نمایش می‌دهد. بطورکلی در این نمودار شمال شبکه را بموازات محورهای شمالی جنوبی شبکه قائم‌الزاویه رسم می‌کنند. برای این منظور در پاره‌ای نقشه‌ها یکی از محورهای شمالی جنوبی شبکه قائم‌الزاویه را به داخل

حاشیه جنوبی نقشه ادامه داده و آنرا بعنوان شمال شبکه انتخاب می‌کنند. شمال دیگر را برحسب قرار گرفتن آنها در سمت شرق و یا غرب بطور تقریب رسم می‌نمایند و در کنار آنها مقدار حقیقی زوایای انحراف و همچنین مقدار زاویه شبکه مغناطیسی را با دقت یادداشت می‌کنند. چون نمودار شمال‌ها وضعیت سه شمال مورد بحث را بطور نسبی نمایش می‌دهد از این رو زوایای انحراف را نمی‌توان از روی نمودار بطور مستقیم بدست آورد. بلکه باید از توضیحات و ارقامی که دز کنار نمودار شمال‌ها قید شده است استفاده نمود.



نگاره ۴۳

گاهی ممکن است لازم شود که گرای (یا آزیموت) امتداد را از یک نوع به نوع دیگر تبدیل نمود. مثلاً اگر به کمک قطب نما گرای مغناطیسی امتدادی را در طبیعت به دست آورده باشیم و بخواهیم آن را به روی نقشه منتقل سازیم، باید نخست آنرا به گرای شبکه تبدیل نمود تا با استفاده از خطوط شمالی جنوبی شبکه قائم الزاویه آن را روی نقشه رسم کرد و یا برعکس اگر گرای شبکه امتدادی را از روی نقشه اندازه‌گیری کرده و بخواهیم آن را در طبیعت پیاده کنیم ضروری است آن را قبلاً به گرای مغناطیسی تبدیل سازیم تا عمل پیاده کردن این امتداد به کمک قطب نما امکان پذیر شود. در این قبیل موارد است که از دیاگرام شمال‌ها و توضیحات مربوط به آن کمک گرفته و عمل تبدیل آزیموت‌ها از نوعی به نوع دیگر را امکان‌پذیر می‌سازند.

در پاره‌ای نقشه‌های قدیمی میزان انحراف مغناطیسی در سال معینی نوشته شده و در ضمن به تغییرات سالیانه آن نیز اشاره شده است و چون معمولاً این تغییرات در مقایسه با مقدار زاویه شبکه مغناطیسی که با تقریب ۳۰ دقیقه نوشته می‌شود خیلی ناچیز است، از این رو در اندازه‌گیری گرای امتدادها تأثیری نداشته و بهمین دلیل در نقشه‌های جدید ذکری از آن به میان نیامده است.

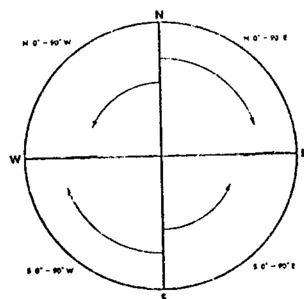
۵- بیرینگ (زاویه حامل) Bearing

زاویهٔ حامل کوچکترین زاویه‌ای است که هر امتداد با محور Yها (شمال و جنوب) در جهت عقربه ساعت می‌سازد، و مقدار آن هیچگاه از °۹۰ (۱۰۰ گراد) بیشتر نمی‌شود.

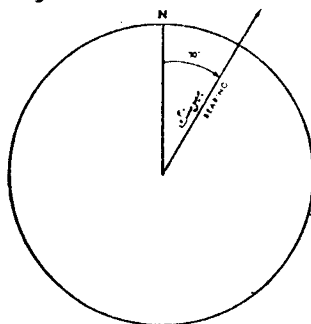
۵-۱) برای بیان زاویه حامل هر امتداد به ترتیب زیر عمل می‌شود:

- نوع خط مبنا از نظر شمال (N) یا جنوب (S) مشخص شود.
- مقدارزاویه‌ای که امتداد مورد نظر با خط مبنا می‌سازد تعیین شود.

جهتی که زاویه حامل نسبت به خط مبنا اندازه‌گیری شده برحسب شرقی (E) و یا غربی (W) ذکر شود.



نگاره ۴۴

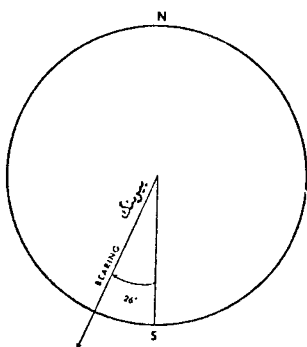


نگاره ۴۵

بطور مثال منظور از زاویه حامل (N 30 E) یعنی اینکه بین امتداد مورد نظر و خط شمال (N) زاویه‌ای برابر 30 درجه بوجود آمده است و نسبت به خط مبنا (یعنی خط شمال) در طرف شرق (E) قرار گرفته است (نگاره ۴۵).

و یا مثلاً زاویه حامل (S 26 W) یعنی اینکه امتداد مورد نظر با خط جنوب (S) زاویه‌ای

باندازه 26 درجه بوجود آورده و نسبت به خط مبنا (خط جنوب) در طرف غرب (W) واقع شده است. (نگاره ۴۶)



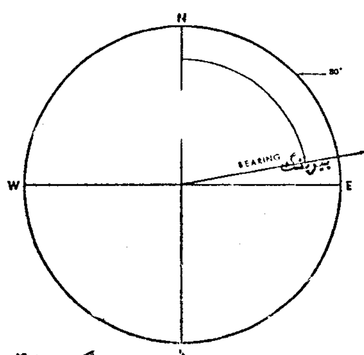
نگاره ۴۶

۵-۲) تبدیل زاویه حامل (بیرینگ) به گرا

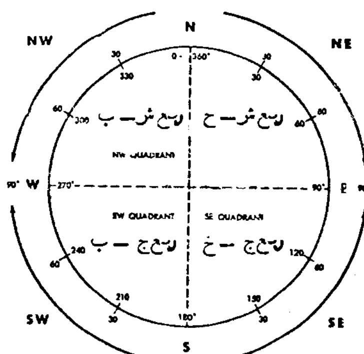
زوایه حامل را می‌توان با ترجه به نگاره ۴۷ به ترتیب زیر به گرا (یا آزیموت) تبدیل نمود:

الف) تبدیل زاویه حامل واقع در ربع شمال شرقی (در این ربع زاویه حامل و گرای با هم برابرند). (نگاره (۴۸)

اگر زاویه حامل را با α و گرا را با G نمایش دهیم در چهار ربع دایره رابطه بین آنها بصورت زیر خواهد بود.



نگاره ۴۸



نگاره ۴۷

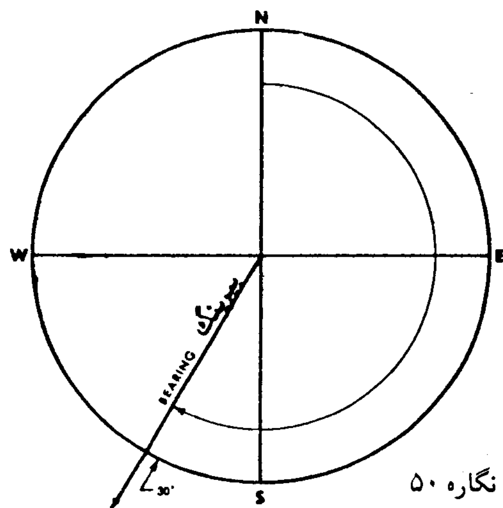
ش = شمال
خ = خاور
ج = جنوب
ب = باختر

ب) زاویه حامل واقع در ربع دوم

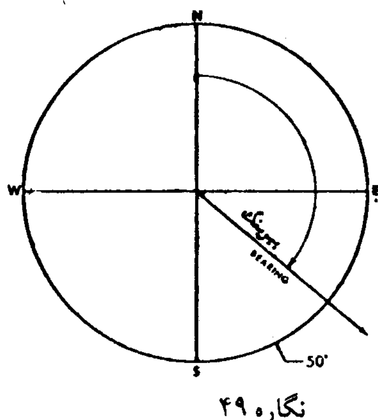
اگر زاویه حامل این ربع را از ۱۸۰ درجه بکاهند، گرای یا آزیموت بدست می‌آید. (نگاره ۴۹)

ج) زاویه حامل واقع در ربع سوم $G = ۱۸۰ - \alpha$

اگر به زاویه حامل واقع در این ربع ۱۸۰ درجه افزوده شود گرای یا آزیموت بدست می‌آید (نگاره ۵۰) $G = ۱۸۰ + \alpha$



نگاره ۵۰



نگاره ۴۹

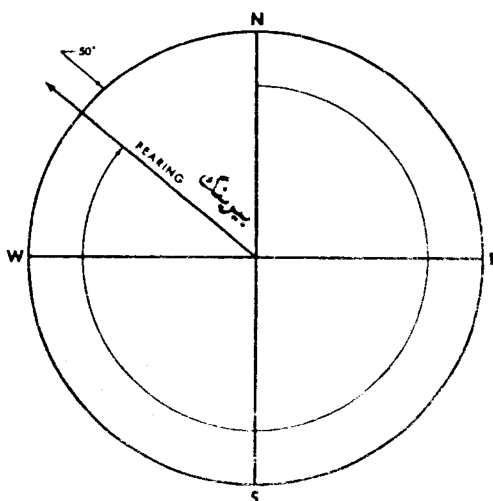
د) زاویه حامل واقع در ربع چهارم

اگر زاویه حامل واقع در این ربع را از ۳۶۰ درجه بکاهیم آزیموت یا گرای بدست خواهد آمد. (نگاره ۵۱). $G = ۳۶۰ - \alpha$

۵-۳) تبدیل زاویهٔ حامل (بیرینگ) امتدادها

همانطوریکه گرای امتدادها را نسبت به یکی از سه شمال تعیین می‌کنند زوایه حامل امتدادها را نیز نسبت به یکی از شمالها بدست می‌آورند.

باید توجه داشت که هیچگاه زاویه حامل شمال‌های سه‌گانه را نباید مستقیماً به یکدیگر تبدیل نمود بلکه باید نخست آنرا به گرای تبدیل کرد و پس از آنکه عمل تبدیل گرای از یک مبنا به مبنای دیگر (از یک شمال به شمال دیگر) انجام شد آزیموت را به زاویه حامل برگردانید.

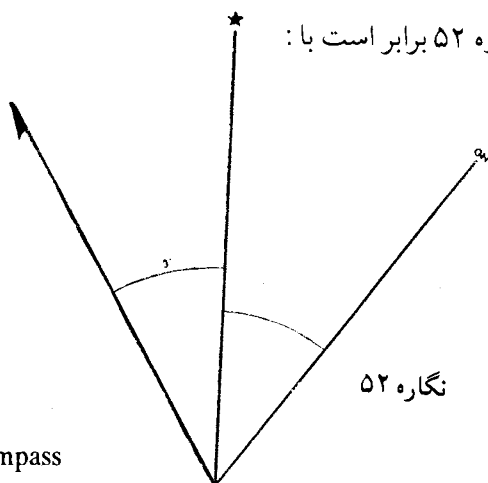


نگاره ۵۱

زیرا همان طوری که می‌دانیم گرای یا آزیموت را همواره در جهت گردش عقربه‌های ساعت اندازه‌گیری می‌کنند، در حالیکه زاویه حامل راگاهی در جهت گردش عقربه‌های ساعت و گاهی در خلاف جهت گردش عقربه‌های ساعت اندازه‌گیری می‌نمایند.

بطور مثال زاویه حامل (S 13 E) مطابق نگاره ۵۲ برابر است با :

- گرای جغرافیایی ۱۶۴ درجه
- گرای مغناطیسی ۱۶۷ درجه
- گرای شبکه ۱۶۰ درجه
- بیرینگ جغرافیایی S 16 E
- بیرینگ شبکه S 20 E

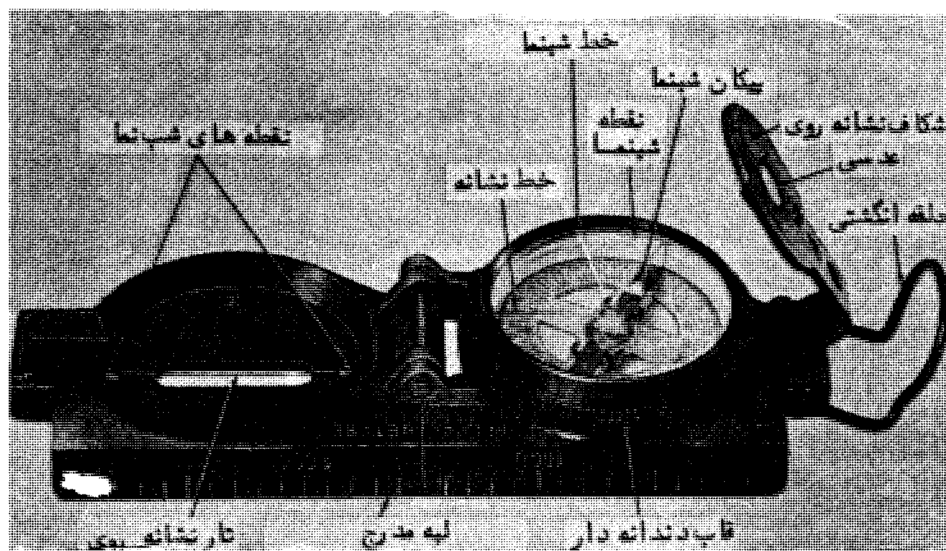


نگاره ۵۲

۶- قطب‌نما Compass

قطب‌نما ساده‌ترین وسیله اندازه‌گیری گرای مغناطیسی امتداد و زوایا در صحراست.

قطب‌نما انواع مختلفی دارد که یکی از متداول ترین آنها قطب‌نمای عدسی دار یا (Lensatic) است که ساختمان و کاربرد آن در این کتاب شرح داده شده است. (نگاره ۵۳).



نگاره ۵۳

۶-۱) ساختمان قطب‌نمای عدسی دار Lensatic

این قطب‌نماازیک محفظه مدوّر که در داخل آن یک عقربه مغناطیسی متصل به یک صفحه مدرج روی پایه‌ای طوری نصب شده که هنگام گردش عقربه صفحه مدرج نیز همراه آن بگردش درمی‌آید.

محفظه را صفحه‌ای از جنس شیشه پوشانیده و روی آن خطی بنام خط نشانه (Index-Line) در امتداد محور نشانه روی قطب‌نما حک شده است. در یک طرف محفظه تیغه دایره شکلی بنام تیغه چشمی قرار دارد که دارای یک شکاف برای نشانه‌روی بوده و در میان آن عدسی ساده‌ای تعبیه شده که قرائت تقسیمات صفحه مدرج را آسان می‌سازد. در کنار این تیغه

حَلقه‌ای قرار دارد که برای استقرار قطب‌نما در دست بکار می‌رود.

در مقابل تیغه چشمی در طرف دیگر محفظه، تیغه دیگری لولا شده بنام تیغه شیئی که شکافی در امتداد محور نشانه‌روی، روی آن ایجاد شده و در میان شکاف تاری از فولاد نصب گردیده که امتداد آن با پایه عقربه مغناطیسی و همچنین شکاف نشانه‌روی تیغه چشمی وخط نشانه (Index-line) در یک استقامت قرار گرفته است. در بالا و پائین شکاف مورد بحث دو نقطه نورانی از جنس فسفر کارگذارده شده است تا امتداد تار فولادی یا تار نشانه‌روی (sighting wire) را در هنگام شب مشخص سازند.

تیغه شیئی طوری ساخته شده و به بدنه محفظه قطب نما لولا گردیده که وقتی آنرا کاملاً بازکنند همراه با بدنه اصلی، خط‌کشی را بوجود می‌آورد که برحسب یکی از مقیاسها (مثلاً مقیاس ۵۰۰۰۰:۱) مدرج گردیده است.

محفظه اصلی قطب‌نما مجهز به قاب مدور دندانه‌داری است که قادر به گردش به دور بدنه قطب نما بوده و جابجائی هر دندانه آن که با صدای خفیفی توام است زاویه‌ای برابر ۳ درجه را مشخص می‌سازد. این قاب دارای شیشه گردی است که روی آن خطی از جنس مواد شب‌نما مانند فسفر حک شده و در نتیجه متناسب با گردش قاب دندانه‌ای، خط نیز به گردش درمی‌آید.

۷- کاربرد قطب‌نمای عدسی‌دار

قطب‌نما را هنگام نشانه‌روی باید بطور افقی و محکم در دست نگه داشته و به گونه‌ای که در زیر شرح داده می‌شود از آن استفاده نمود.

۷-۱) روش اول

- انگشت شست دست راست را از درون حلقه انگشتی عبور دهید و قطب‌نما را بطور افقی محکم در دست بگیرید.
- تیغه چشمی را کمی به جلو خم کنید تا ضمن استفاده از شکاف نشانه‌روی دیدن صفحه مدرج

و عقربه مغناطیسی از درون عدسی آن به آسانی امکان‌پذیر گردد.
- تیغه شیئی را حول لولا بگردانید تا بر محفظه قطب‌نما تقریباً عمود گردد.
- چشم را در پشت شکاف نشانه‌روی تیغه چشمی بگذارید و با به راست و چپ بردن قطب نما تار نشانه روی تیغه شیئی را روی هدف و یا نقطه مورد نظر قرار دهید. در این حال از درون عدسی به صفحه مدرج نگاه کنید و تقسیمات آن را در مقابل خط نشانه (Index-line) بخوانید. این طریقه مناسب‌ترین شیوه برای تقاطع است (در شماره (۱۱-۱) همین بخش توضیح داده شده است).

۷-۲) روش دوم

این طریقه که در مقایسه با روش یکم دارای دقت کمتری است بدین ترتیب است که:
- تیغه شیئی را تا به آخر بازکنید تا با بدنه اصلی در یک سطح قرار گیرد و لبه مدرج آنها در یک خط واقع شود.
- تیغه چشمی را تا به آخر عقب بکشید.
- شست دست راست را درون حلقه انگشتی برده و ضمن قرار دادن انگشت اشاره در امتداد درازای قطب‌نما، قطب‌نما را به کمک انگشتان دیگر محکم در دست بگیرید.
- شست دست چپ را در محل لولای تیغه چشمی طوری قرار دهید که انگشت اشاره دست چپ در امتداد لبه مدرج قطب نما واقع شود و با سه انگشت دیگر، انگشتان دست راست را از زیر قطب‌نما بگیرید.
- آرنجهای هر دو دست را طوری خم کنید که قطب‌نما بین گردن و کمر قرار گیرد.
- با همان وضعیت بسوی نقطه یا هدف مورد نظر آنقدر بچرخید که نقطه مورد نظر درست روبروی شما قرار گیرد و در نتیجه شکاف نشانه روی تیغه شیئی در امتداد نقطه واقع شود.
- به صفحه مدرج قطب نما نگاه کنید و عدد صفحه را که در واقع گرای مغناطیسی امتداد مورد نظر شماست در مقابل خط نشانه بخوانید.

۷-۳) استفاده از قطب‌نما در راهپیمائی‌های شبانه

برای کاربرد قطب‌نما در هنگام راهپیمائی‌های شبانه از خط و نشانه‌های شب‌نمائی که در قطب‌نما وجود دارد و همچنین قاب مدور دندانه‌دار به ترتیب زیر استفاده می‌شود:

- قاب دندانه‌دار را آنقدر بگردانید تا خط شب نما و خط نشانه درست روی هم قرار گیرند.
- انگشت شست دست چپ را در داخل حلقه انگشتی کنیدو قطب نما را محکم در کف دست بگیرید.
- قاب دندانه‌دار را با دست راست بگیرید و با توجه به اینکه صدای تیک هر دندانه معرف ۳ درجه است آنرا به میزان متناسب بگردانید. مثلاً فرض کنیم می‌خواهید در امتداد گرای ۵۱ درجه مغناطیسی راهپیمائی کنید. برای این منظور عدد ۵۱ را به ۳ تقسیم کنید تا تعداد دندانه‌هائی که باید جابجا شود بدست آید (۱۷=۵۱:۳) و سپس قاب دندانه‌دار را به تعداد ۱۷ تیک در خلاف جهت گردش عقربه‌های ساعت بگردانید.
- قطب‌نما را آنقدر بگردانید تا پیکان شب‌نمای عقربه آن درست در زیر خط شب‌نما قرار گیرد.
- نقاط شب‌نمائی که در بالا و یا پائین تار نشانه روی تیغه شیئی قرار دارند جهتی را نشان می‌دهند که همان امتداد مورد نظر شماست.

استفاده از قطب‌نما در شب نیازمند قدری تمرین در روز است و برای حفظ و آماده نگهداشتن این وسیله مفید لازم است به نکات زیر توجه نمائید:

- قطب‌نما دستگاه حساسی است، آنرا در مقابل ضربات احتمالی حفظ کنید تا صفحه مدرج آن از حالت تعادل خارج نشود.
- بعد از کار حتماً آنرا خوب ببندید و سپس آنرا در داخل جعبه یا کیسه برزنتی قرار دهید.
- اگر قرار است از قطب نما برای راهپیمائی شبانه استفاده کنید، بهتر است در روشنائی روز گرای مغناطیسی نخستین امتداد راهپیمائی را به آن ببندید و برای گرای امتدادهای بعدی از صدای تیک قاب دندانه‌دار استفاده کنید.
- هیچگاه از قطب‌نما در مجاورت توده‌های آهن و یا سایر عوامل تولید کننده میدانهای مغناطیسی استفاده نکنید، زیرا عقربه مغناطیسی تحت تأثیر آن از مسیر طبیعی خود خارج شده

و شما را گمراه خواهد کرد. برای این منظور بهتر است اعداد زیر را (که حداقل فاصله لازم از این قبیل عوامل است) بخاطر داشته باشید تا در مواقع ضروری مورد استفاده قرار گیرند:

- نیروهای الکتریسیته فشارقوی ۵۵ متر
- انواع خودرو ۱۸ متر
- خطوط تلگراف و تلفن و یا هر نوع خط سیمی دیگر ۱۰ متر

طرز استفاده از قطب‌نما را هرچند گاه یکبار تمرین کنید تا در مواقع ضروری با مشکلی روبرو نگردید.

۸ - توجیه نقشه Orientation of a map

توجیه نقشه عبارتست از قرار دادن نقشه بوضع افقی، آنچنان که جهت‌های شمال و جنوب آن در امتداد جهت شمال و جنوب طبیعت قرار گیرد. برای توجیه نقشه دو طریقه بشرح زیر وجود دارد:

۸ - ۱) توجیه مغناطیسی

ساده‌ترین شیوه توجیه نقشه استفاده از قطب‌نماست . برای این منظور:

۱) نقشه را در وضعیت افقی قرار دهید.

۲) تیغه شیئی قطب نما را کاملاً باز کنید تا درست هم سطح محفظه اصلی قرار گیرد.

۳) قطب‌نما را طوری روی نقشه بگذارید که تیغه شیئی بطرف بالای نقشه (شمال نقشه) واقع شود و در ضمن خط نشانه و همچنین تار نشانه روی آن بر محور شمالی شبکه قائم‌الزاویه منطبق گردد.

۴) نقشه و قطب نما را تواماً آنقدر بگردانید تا نوک شمالی عقربه مغناطیس (یا عدد صفر صفحه مدرج قطب‌نما) درست در مقابل خط نشانه (Index-line) واقع شود.

۵) نقشه را کمی جابجا کنید تا عددی از صفحه مدرج که متناسب با مقدار زاویه شبکه مغناطیسی می‌باشد، در مقابل خط نشانه قرار گیرد. (برای توضیح بیشتر به نمودار شمالها واقع

در پای نقشه نگاه کنید، اگر شمال مغناطیسی در سمت چپ شمال شبکه باشد، عددی که در مقابل خط نشانه باید واقع شود با زاویه شبکه مغناطیسی برابر خواهد بود. اگر شمال مغناطیس در سمت راست شمال شبکه باشد، عددی که در مقابل خط نشانه باید واقع شود عبارتست از:

360 - GM

۸-۲) توجیه امتدادی

توجیه امتدادی یعنی امتدادهای روی نقشه با امتدادهای مشابه خود در طبیعت بطور موازی و هم جهت قرار گیرند.

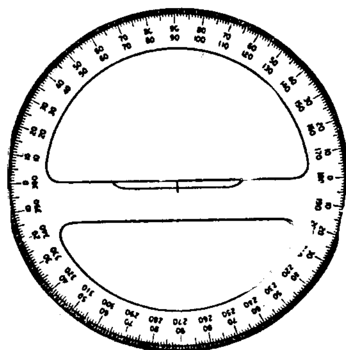
از این روش هنگامی استفاده می‌شود که قطب نما در دسترس نباشد. موضوعی که در این طریقه باید مورد توجه قرار گیرد یافتن امتدادهای مشابه در طبیعت و نقشه و قرار دادن آنها بطور موازی وهم جهت است. بخصوص در قسمت اخیر باید توجه شود که امتدادها در جهت عکس یکدیگر قرار نگیرند. برای این منظور باید طبیعت را کاملاً با نقشه سنجید تا از بروز چنین احتمالی جلوگیری شود.

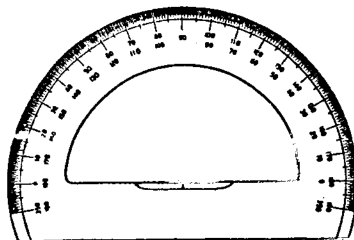
در این طریقه زمانی توجیه نقشه آسانتر و مطمئن‌تر خواهد بود که موقعیت ایستگاه در روی نقشه معلوم باشد، در این صورت کافی است عارضه‌ای را که هم در روی نقشه و هم در طبیعت مشخص باشد یافت و خطی از ایستگاه به آن عارضه در روی نقشه متصل نمود و سپس نقشه را حول نقطه ایستگاه آنقدر گردانید تا خط ترسیمی درست در امتداد آن عارضه در طبیعت واقع شود.

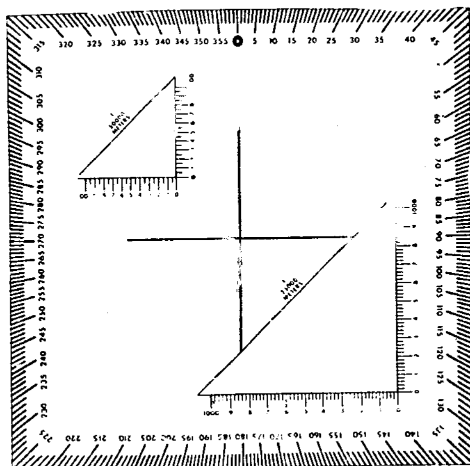
اگر موقعیت ایستگاه معلوم نباشد ولی در مقابل، دو نقطه که بیکدیگر دید داشته باشند در طبیعت دیده شوند و محل آنها نیز در روی نقشه مشخص باشد، می‌توان یکی از نقاط را بعنوان ایستگاه انتخاب نمود. در این حال کافی است لبه خط کش را در امتداد دو نقطه مذکور در روی نقشه قرار داد و آنقدر نقشه را حول نقطه ایستگاه گردانید تا نقطه دیگر در امتداد لبه خط کش دیده شود.

اگر قطب‌نما در دسترس نباشد و همچنین هیچگونه نقطه و یا امتداد مشخصی در

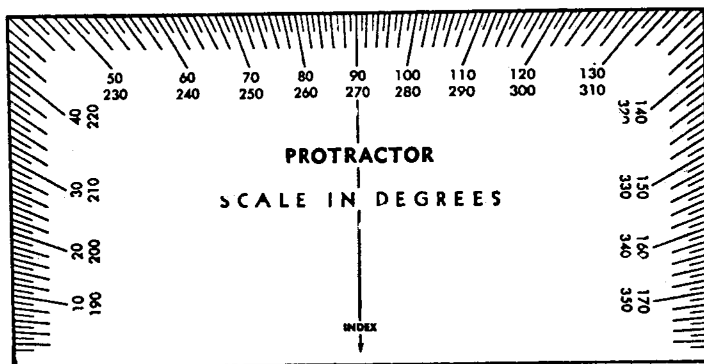
طبیعت وجود نداشته باشد می‌توان با یکی از طرقی که در قسمت ۱۲ همین بخش شرح داده شده نقشه را توجیه کرد.







نگاره ۵۴



۹- نقاله

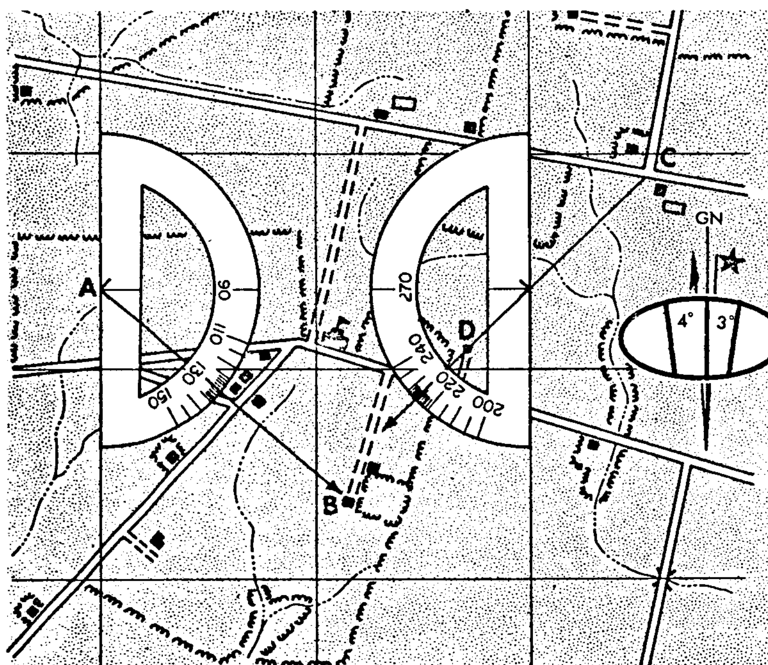
Protractor

نقاله وسیله‌ای است که به اشکال مختلف مانند دایره یا نیمدایره، مربع و یا مستطیل ساخته شده و لبه آنها برحسب واحدهای اندازه‌گیری زاویه (مانند درجه یا گراد) مدرج شده است. (نگاره ۵۴).

هر نقاله دارای نقطه‌ای است بنام نقطه نشانه (Index) که در واقع نقطه مرکزی نقاله بوده و آن را روی تارک (رأس) زاویه‌هائی که می‌خواهند اندازه بگیرند می‌گذارند و به کمک لبه مدرج، زاویه یا گرای امتدادها را بشرح زیر اندازه می‌گیرند:

۹-۱) روش اندازه‌گیری گرای شبکه

برای اینکه گرای شبکهٔ امتدادی مانند AB و یا CD را از روی نقشه اندازه بگیریم به ترتیب زیر عمل می‌کنیم: (نگاره ۵۵)



نگاره ۵۵

۱) دو نقطه A و B و یا C و D را بوسیله خط مستقیمی بیکدیگر متصل می‌سازیم.

۲) نقطه نشانه (Index) نقاله را روی محل تلاقی امتداد حاصله از اتصال دو نقطه مورد نظر با یکی از خطوط قائم شبکه‌بندی نقشه که در واقع امتداد شمال جنوب شبکه‌بندی نقشه است می‌گذاریم.

۳) نقاله را در حالیکه نقطه نشانه آن همچنان روی نقطه مورد بحث قرار گرفته است می‌چرخانیم تا عدد صفر و ۱۸۰ آن درست روی امتداد شمال جنوب شبکه نقشه واقع شود.

۴) حال برای بدست آوردن گرای شبکهٔ امتداد مورد نظر کافی است عددی از لبه مدرج نقاله را که در مقابل این امتداد قرار دارد بخوانیم.

۹-۲) رسم امتداد از یک نقطه معلوم واقع برروی نقشه

فرض کنیم گرای یا آزیموت امتدادی معلوم است و بخواهیم امتداد مذکور را از نقطه‌ای واقع درروی نقشه رسم کنیم برای این منظور به ترتیب زیر عمل می‌شود. (نگاره ۵۶)

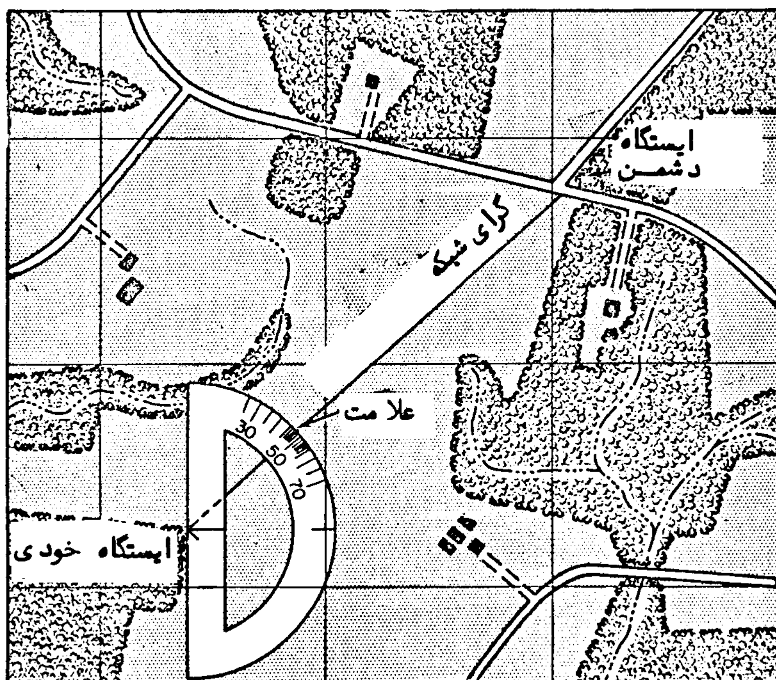
۱) گرای امتداد را به گرای شبکه تبدیل می‌کنیم. (در صورتیکه گرای امتداد از نوع گرای جغرافیایی و یا گرای مغناطیسی باشد).

۲) از نقطه مورد نظر خطی بموازات محورهای شمالی جنوبی شبکه نقشه رسم می‌کنیم.

۳) عدد صفر و ۱۸۰ نقاله را روی خط ترسیم شده طوری قرار می‌دهیم که نقطه نشانه نقاله روی نقطه مورد نظر قرار گیرد.

۴) در مقابل عددی از لبه نقاله که معرف گرای شبکه امتداد مطلوب است نقطه‌ای با مداد روی نقشه می‌گذاریم.

۵) از نقطه مورد نظر خطی به نقطه‌ای که با مداد روی نقشه رسم کرده‌ایم وصل می‌کنیم این خط همان امتداد مطلوب است.



نگاره ۵۶

۱۰- تعیین موقعیت

برای اینکه موقعیت ایستگاه و یا هر نقطه دیگر را روی نقشه تعیین نمائیم شیوه‌های گوناگونی وجود دارد سه طریقه آن که متداولترین و ساده‌ترین روشهاست بشرح زیر است:

۱۰-۱) تقاطع یا فصل مشترک Intersection

در این طریقه فرض بر این است که بخواهیم موقعیت نقطه‌ای را به کمک دو یا سه نقطه دیگر بدست آوریم.

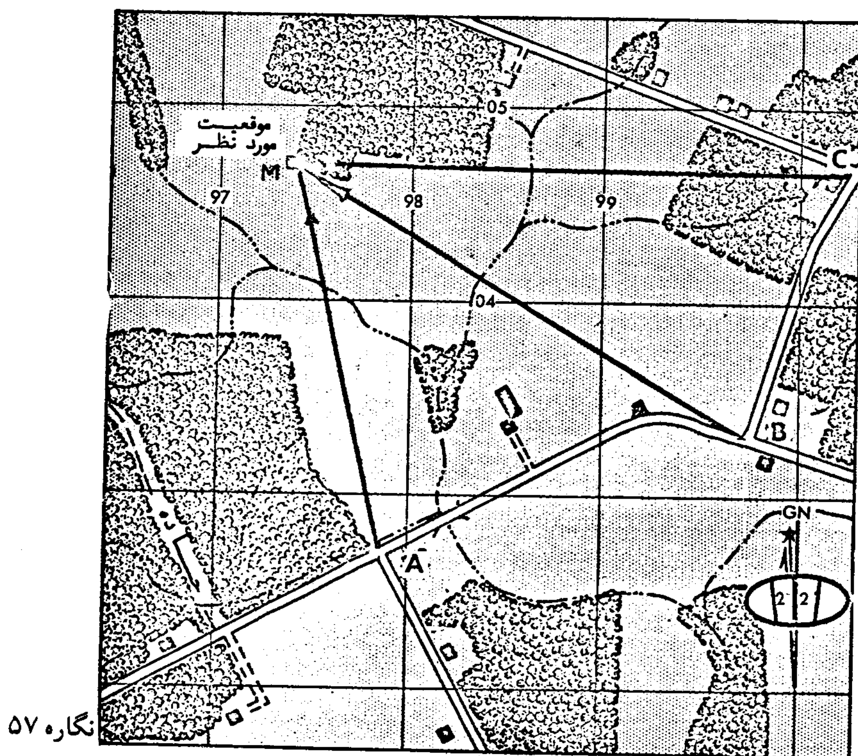
این طریقه زمانی بکار می‌رود که نقطه مورد نظر که محل آن روی نقشه معلوم نیست

غیرقابل دسترسی بوده و برعکس موقعیت نقاط کمکی روی نقشه معلوم و در اختیار خود ما باشد.

برای این منظور دو راه بشرح زیر وجود دارد.

۱۰ - ۱ - الف) استفاده از نقشه و قطب‌نما — Map and compass method

فرض کنیم مطالب نگاره ۵۷ نقاط A و B و C روی نقشه معلوم و در اختیار ما باشد و بخواهیم موقعیت نقطه M را روی نقشه بدست آوریم:



نگاره ۵۷

الف - ۱) در ابتدا به یکی از نقاط معلوم مانند A که محل آن روی نقشه معلوم است بروید و نقشه را به همان شیوه‌ای که در قسمت (۹-۱) بخش ۵ شرح داده شد به کمک قطب‌نما توجیه کنید.

الف - ۲) گرای مغناطیسی امتداد AM را با قطب نما تعیین کنید (بشرح قسمت ۸-۱ بخش ۵) و

سپس آنرا به گرای شبکه تبدیل نمائید (قسمت ۵-۴ بخش ۵).

الف - ۳) مطابق قسمت ۱۰-۲ بخش ۵ به کمک نقاله امتداد AM را رسم کنید.

الف - ۴) تغییر ایستگاه داده و به نقطه معلوم دیگری مانند B بروید و کارهای (۱) تا (۳) را که در بالا شرح داده شد تکرار کنید. محل برخورد دو امتداد AM و BM موقعیت نقطه M را روی نقشه نشان می‌دهد.

برای اطمینان از درستی کار، کافی است همین کارها را از نقطه معلوم C نیز تکرار نمائید. در اینصورت از تلاقی سه امتداد AM و BM و CM مثلثی بوجود می‌آید که به آن کلاهک خطا می‌گویند. اگر این مثلث بزرگ باشد حتماً در عملیات شما اشتباهی وجود دارد و باید کارها را دوباره تکرار کنید، ولی اگر مثلث کوچک باشد میتوان گرانیگاه آن را بعنوان موقعیت نقطه M پذیرفت (البته مطلوب آن است که سه امتداد یکدیگر را در یک نقطه قطع کنند).

۱۰ - ۱ - ب) استفاده از نقشه و خط‌کش — Straightedge method

در این طریقه فرض بر این است که قطب‌نما در اختیار نباشد و مانند نگاره شماره ۵۸ بخواهیم موقعیت نقطه C را که در اختیار ما نیست به کمک دو نقطه B,A که هم موقعیتشان روی نقشه معلوم است و هم اینکه در اختیار ما هستند بدست آوریم برای این منظور به ترتیب زیر عمل می‌کنیم.

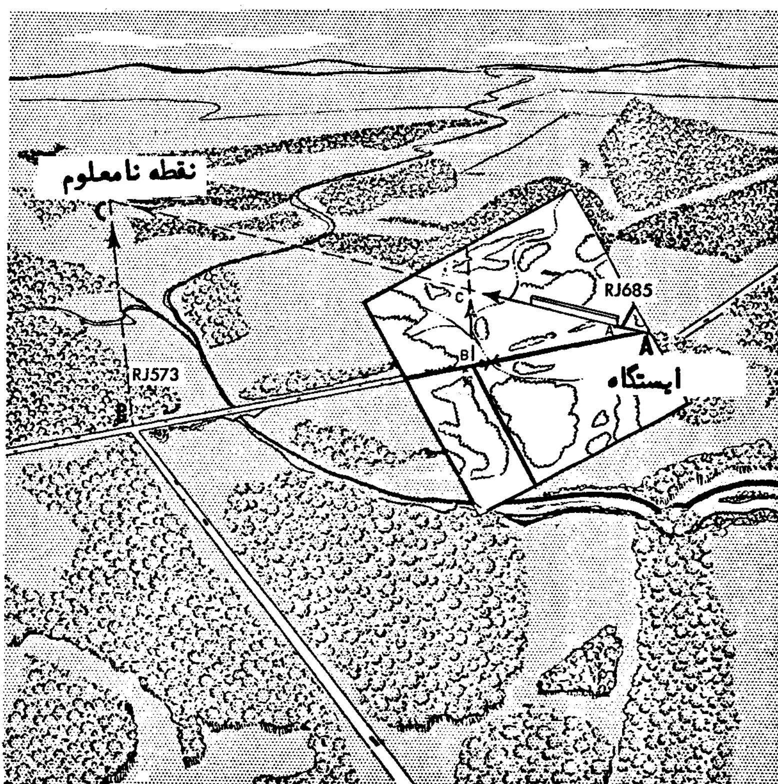
ب - ۱) به نقطه معلوم A که محل آن روی نقشه مشخص است بروید و بهمان شیوه‌ای که در قسمت ۹-۲ بخش ۵ شرح داده شد نقشه را توجیه کنید.

ب - ۲) لبه خط‌کش را در کنار نقطه A روی نقشه بگذارید و آن را حول نقطه مذکور آنقدر بگردانید تا نقطه C واقع در طبیعت در امتداد لبه خط‌کش دیده شود. در این موقع خطی با مداد در امتداد لبه خط‌کش رسم کنید (امتداد AC).

ب - ۳) همین کار را از نقطه B که محل آن نیز روی نقشه معلوم است تکرار کنید و امتداد BC را رسم نمائید.

ب - ۴) محل برخورد امتدادهای AC و BC موقعیت نقطه C را روی نقشه نشان می‌دهد.

ب – ۵) برای اطمینان از درستی کار اعمال ردیف‌های (۱) و (۲) را از نقطه معلوم سوم نیز تکرار کنید. اگر از برخورد سه امتداد مثلث بزرگی بوجود آید، حتماً اشتباهی در کار شما روی داده و باید کارها را از نو تکرار کنید ولی اگر مثلث مورد بحث کوچک باشد، نقطه گرانیگاه آن را بعنوان موقعیت نقطه C بپذیرید. (البته مطلوب آن است که سه امتداد، یکدیگر را در یک نقطه قطع کنند).



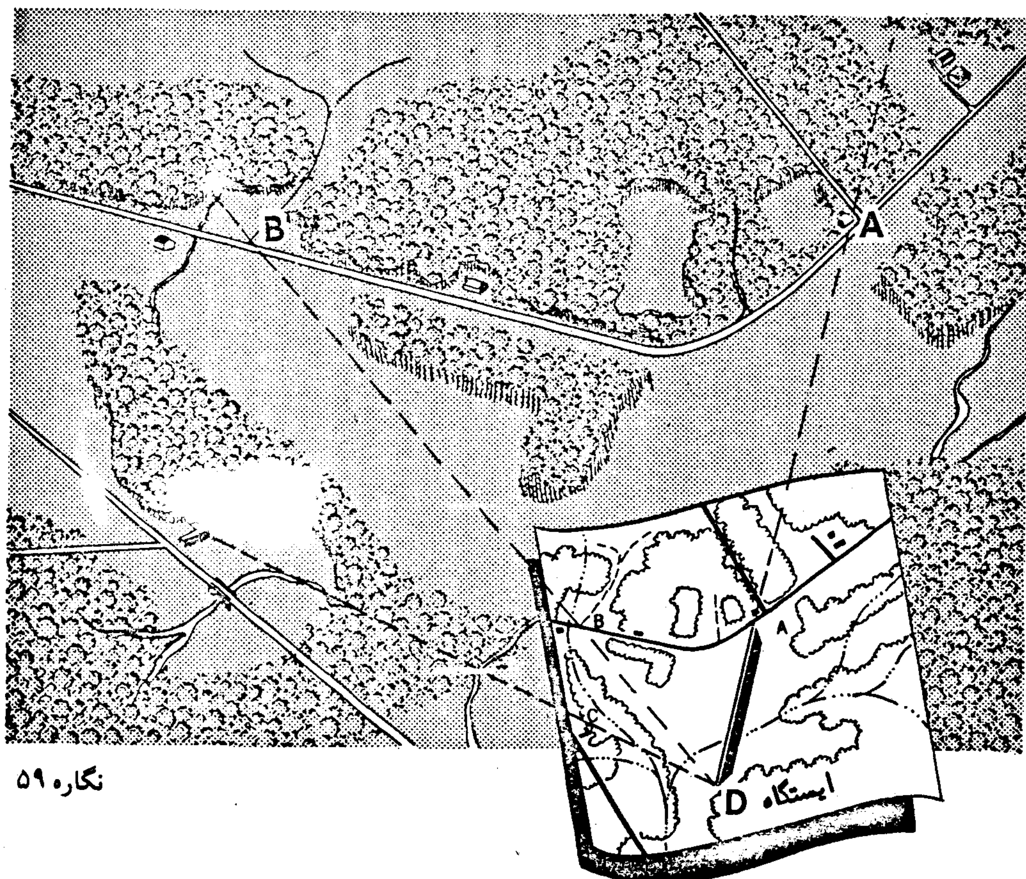
نگاره ۵۸

۱۰-۲) ترفیع
Resection

این طریقه هنگامی بکار می‌رود که بخواهیم موقعیت ایستگاه خود را بکمک دو یا سه نقطه که موقعیت آنها روی نقشه معلوم بوده و در عین حال در طبیعت نیز مشخص هستند بدست آوریم. برای این منظور دو راه بشرح زیر وجود دارد:

۱۰ - ۲ - الف) استفاده از نقشه و قطب‌نما
Map and compass method

فرض کنید مطابق نگاره ۵۹ در نقطه D که محل آن روی نقشه معلوم نیست ایستاده‌اید و می‌خواهید به کمک نقاط A و B و C که هم در طبیعت مشخص بوده و هم موقعیت آنها در روی نقشه معلوم است موقعیت ایستگاه خود را روی نقشه به دست آورید. برای این منظور:



نگاره ۵۹

الف - ۱) در همان محلی که ایستاده‌اید نقشه را به شیوه‌ای که در قسمت ۹-۱ بخش ۵ شرح داده شد به کمک قطب‌نما توجیه کنید.

الف - ۲) گرای مغناطیسی امتداد میان ایستگاه خود یعنی نقطه D و نقطه A را بهمان ترتیبی که در قسمت ۸-۱ بخش ۵ شرح داده شد تعیین کنید و سپس آن را به گرای شبکه تبدیل نمائید (قسمت ۵-۴ بخش ۵)

الف - ۳) گرای شبکه امتداد DA را به گرای معکوس امتداد یعنی AD تبدیل کنید (قسمت ۴ بخش ۵) و امتداد AD را با توجه به گرای آن از نقطه A واقع برروی نقشه طوری رسم کنید که امتداد مذکور از نقطه A بطرف ایستگاه شما یعنی نقطه D کشیده شود.

الف - ۴) شماره‌های (۲) و (۳) را عیناً برای نقطه B نیز تکرار کنید و همین کار را برای نقطه C نیز انجام دهید.

الف - ۵) محل برخورد سه امتداد AD و BD و CD موقعیت ایستگاه شما را روی نقشه نشان می‌دهد.

از برخورد سه امتداد ممکن است مثلثی بوجود آید که به آن کلاهک خطا می‌گویند. بزرگ بودن مثلث معرف آن است که در کار شما اشتباهی روی داده است که باید آن را دوباره تکرار کنید. ولی اگر مثلث کوچک باشد می‌توان گرانیگاه آن را به عنوان موقعیت ایستگاه پذیرفت. (البته مطلوب آن است که سه امتداد، یکدیگر را در یک نقطه قطع کنند).

۱۰ - ۲ - ب) استفاده از نقشه و خط‌کش

در این روش فرض براین است که قطب‌نما در اختیار نباشد و بخواهیم موقعیت ایستگاه خود را به کمک دو یا سه نقطه معلوم بدست آوریم، برای این کار:

ب - ۱) نقشه را به همان شیوه‌ای که در شماره ۹ - ۲ بخش ۵ شرح داده شد توجیه کنید.

ب - ۲) لبه خط‌کش را در کنار یکی از نقاط معلوم در روی نقشه بگذارید و در حالی که لبه خط‌کش راحول نقطه لولا نموده‌اید خط‌کش را آنقدر بگردانید تا نقطه مذکور در طبیعت در امتداد لبه خط‌کش دیده شود، در این موقع خطی در امتداد لبه خط‌کش با مداد بطرف خود رسم

کنید.

ب - ۳) عمل (۲) را عیناً برای نقطه معلوم دوم تکرار کنید و برای کنترل صحت کار عیناً همین کار را برای نقطه معلوم سوم نیز تکرار نمائید.

محل برخورد سه خط موقعیت ایستگاه شمارا روی نقشه نشان می‌دهد.

اگر از برخورد سه امتداد بالا مثلث بزرگی بوجود آید نشانه آن است که در کار شما اشتباهی وجود دارد که بالطبع باید آن را تکرار کنید. ولی اگر مثلث کوچک باشد می‌توان گرانیگاه آن را بعنوان موقعیت ایستگاه پذیرفت.

۱۰-۳) تعیین موقعیت بوسیله یک امتداد

گاهی اوقات ممکن است پیدا کردن چند نقطه معلوم برای بدست آوردن موقعیت نقطه دلخواه بطریقه تقاطع و یا ترفیع میسر نباشد، به همین جهت با رسم یک امتداد در روی نقشه می‌توان موقعیت نقطه دلخواه را بشرح زیر بطور تقریب بدست آورد.

۱۰ - ۳ - الف) تعیین موقعیت یک نقطهٔ دور دست بوسیله یک امتداد

همان طوری که از عنوان این مطلب پیدا است، فرض بر این است که موقعیت ایستگاه روی نقشه و همچنین در طبیعت معلوم باشد و بخواهیم موقعیت نقطه دوردست دیگری را در روی نقشه بدست آوریم. برای این کار:

الف - ۱) نقشه را با استفاده از قطب‌نما توجیه کنید.

الف - ۲) گرای مغناطیسی امتداد میان ایستگاه و نقطه مورد نظر را در طبیعت به کمک قطب‌نما بدست آورید.

الف - ۳) گرای مغناطیسی را به گرای شبکه تبدیل نموده و امتداد مورد بحث را روی نقشه رسم کنید.

الف - ۴) تحقیق کنید چه عوارض مشخصی در اطراف نقطه دلخواه شما در طبیعت وجود دارد و وضعیت نقطه مذکور نسبت به آن عوارض چگونه است.

الف - ۵) عوارض مذکور را روی نقشه بیابید و موقعیت نقطه مورد نظر را با توجه به وضعیت آن نسبت به این عوارض برای امتداد ترسیم شده پیدا کنید.

۱۰ - ۳ - ب) تعیین موقعیت ایستگاه بوسیله یک امتداد

در این قسمت فرض براین است که موقعیت نقطه‌ای هم در طبیعت و هم در روی نقشه مشخص و معلوم باشد و به کمک آن بخواهیم موقعیت ایستگاه خود را روی نقشه پیدا کنیم، برای این کار:

ب - ۱) نقشه را با استفاده از قطب‌نما توجیه کنید.

ب - ۲) گرای مغناطیسی امتداد میان ایستگاه و نقطه معلوم را با قطب‌نما اندازه بگیرید و سپس گرای معکوس آن را حساب کنید.

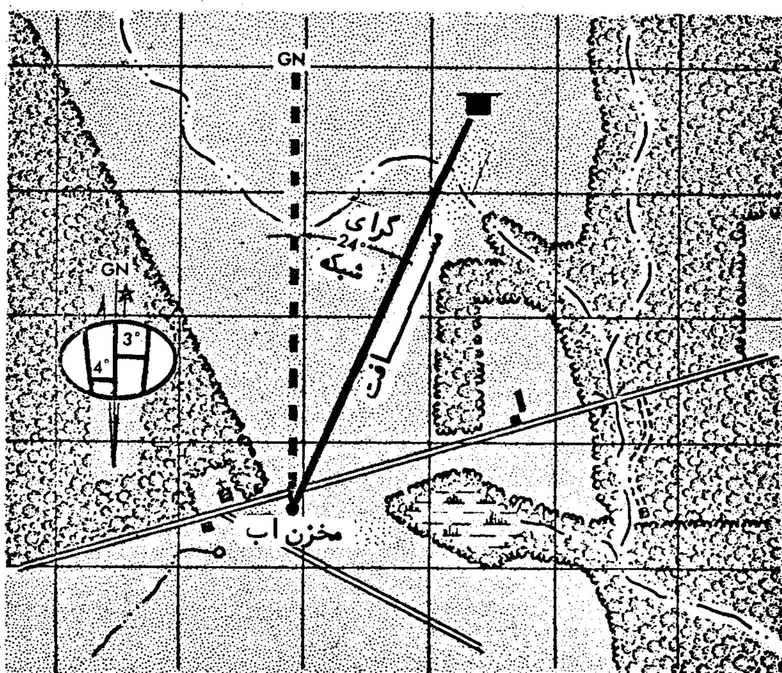
ب - ۳) گرای معکوس را از مغناطیسی به شبکه تبدیل کنید و سپس امتداد میان نقطه معلوم و ایستگاه خود را روی نقشه رسم نمائید و تحقیق کنید چه عوارض مشخصی در اطراف ایستگاه شما در طبیعت وجود دارد و وضعیت ایستگاه نسبت به آن عوارض چگونه است.

ب - ۴) این عوارض را روی نقشه بیابید و با توجه به وضعیت میان نقطه ایستگاه و عوارض، موقعیت ایستگاه خود را روی امتداد رسم شده پیدا کنید.

۱۰-۴) تعیین موقعیت بوسیله سیستم مختصات قطبی

Positioning by polar Coordinates

یکی از طرق تعیین موقعیت و یا انتقال نقاط برروی نقشه، سیستم مختصات قطبی است. در این طریقه از یک نقطه معلوم، یعنی نقطه‌ای که موقعیت آن هم در طبیعت و هم در روی نقشه معلوم است بعنوان ایستگاه استفاده کرده و گرای امتداد میان نقطه ایستگاه و نقطهٔ مورد نظر را بدست می‌آورند و در ضمن فاصله میان دو نقطه را نیز اندازه می‌گیرند. (نگاره ۶۰)



نگاره ۶۰

در این طریقه که مناسبترین روش صحرائی است از قطب نما برای اندازه‌گیری گرای میان دو نقطه استفاده شده و در مواقع اضطراری و فوری حتی می‌توان فاصله میان دو نقطه را از راه تخمین نیز تعیین نمود.

۱۱- سمت‌یابی

بطوریکه قبلاً مشاهده شد، یافتن جهت شمال برای توجیه نقشه یکی از ضروریات بوده و همان طوری که دیدیم این عمل بوسیله قطب‌نما و یا با قرار دادن عوارض روی نقشه در امتداد و به موازات عوارض مشابه خود در طبیعت صورت می‌گیرد.

اهمیت یافتن جهت شمال هنگامی احساس می‌گردد که قطب‌نما در اختیار نباشد وافزون بر آن توجیه امتدادی نیزبه‌دلیل پیدانکردن امتدادهای مشابه روی نقشه و طبیعت میسر نباشد. برای این منظور طرق عملی مختلفی وجود دارد که برحسب نیاز می‌توان یکی از آنها را بشرح زیر بکاربست.

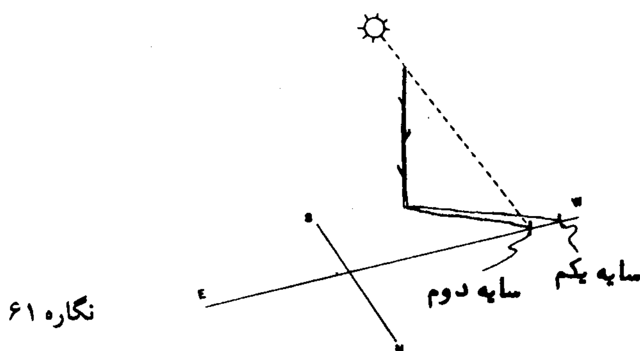
۱۱ - ۱) یافتن سمت شمال و تعیین زمان با استفاده از سایه میلهٔ قائم

۱۱ - ۱ - الف) یافتن سمت شمال

ژالون را بصورت قائم در زمین صاف و همواری فرو برده و در ساعت معلومی مثلاً ۱۱/۳۰ قبل از ظهر محل سایه میله را با میخ یا وسیلهٔ دیگری برروی زمین مشخص می‌نمائیم سپس در ساعت قرینه نسبت به ظهرشرعی (وقتی که خورشیدازنصف‌النهار محل عبورمی‌کند) باز همین کار را تکرار می‌کنیم. مثلاً اگر ظهر شرعی ساعت ۱۲/۰۵ باشد درساعت ۱۲/۴۰ محل سایه را تعیین می‌نمائیم. اگر این دو نقطه را به یکدیگر وصل نمائیم خط بوجود آمده جهت غربی شرقی خواهد داشت که نقطه اول جهت غرب ونقطه دوم جهت شرق را نشان می‌دهد.

الف - ۱) خط مستقیمی را بر هر نقطه از خط شرقی غربی که مورد نظرتان باشد عمودسازید تا امتداد شمال و جنوب بدست آید. (نگاره ۶۱)

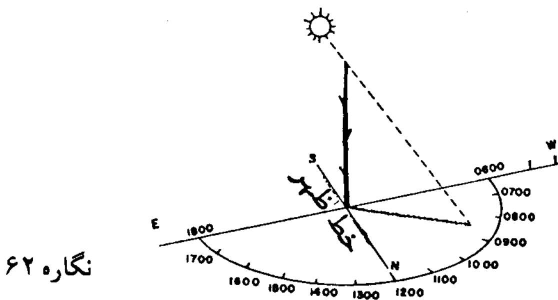
عمود بودن ژالون بر سطح زمین ضرورتی ندارد، حتی می‌توان برای ایجاد سایه طویل‌تر ژالون را بطور مورّب در زمین فرو کرد. اگر در مناطق خاصی مانند کوهستان یا مناطق جنگلی پیدا کردن زمین هموار و مسطح مشکل باشد، می‌توان حتی به قطعه کوچکی هم اکتفا کرد و ژالون رادرهرکجای آن که مناسب باشد فرو نمود. در این قبیل موارد دقت حاصله از سمت‌یابی برای راهپیمائیها و یا عملیات مشابه دیگر کاملاً کافی بوده و جای تردید باقی نخواهد گذاشت. باید توجه داشت که از این طریقه در عرض جغرافیایی بیش از ۶۰ درجه نباید استفاده کرد.



نگاره ۶۱

۱۱ - ۱ - ب) تعیین زمان

ساعت‌های آفتابی را همه کم وبیش می‌شناسند. ژالونی که در قسمت بالا در زمین فرو کرده‌ایم در واقع یک نوع ساعت آفتابی است که در مقابل نور خورشید سایه‌ای ایجاد می‌کند که متناسب با زمان، جابجا گردیده و ساعات مختلف روز را با تقریب مناسبی نشان می‌دهد. (نگاره ۶۲) برای انجام این کار:



نگاره ۶۲

ب - ۱) ژالون را در محل برخورد خطوط شرقی غربی و شمال و جنوب نسبت به سطح زمین بطور قائم نصب کنید. در این حال قسمت غربی خط شرقی غربی ساعت ۶ بامداد و قسمت شرقی خط، ساعت ۱۸ یا ۶ بعد از ظهر را نشان می‌دهد.

ب - ۲) مسیر شمالی خط شمال جنوب معّرف ساعت ۱۲ بوده و سایه ژالون در واقع نقش عقربه ساعت شمار را عهده‌دار می‌باشد.

ب - ۳) حدفاصل عدد ۶ تا ۱۲ و ۱۲ تا ۱۸ را روی کمانی از دایره بمرکز پای ژالون و شعاع متناسب با درازای سایه ژالون به ۱۲ قست غیر برابر که هر کدام نشانه یک ساعت است تقسیم نموده و اعداد معرف هر یک از تقسیمات را در کنار آن بنویسید.

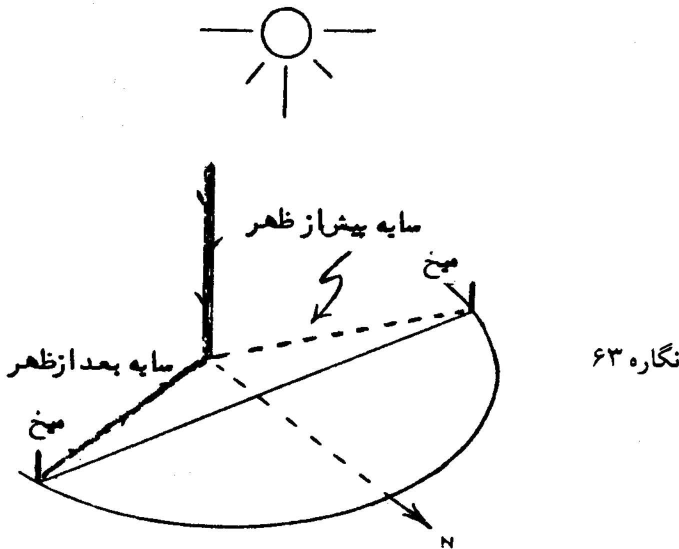
از این ساعت انتظار دقت چندانی را نباید داشت و فقط می‌توان از آن بعنوان یک وسیله ساده برای تعیین زمان تقریبی استفاده کرد و در پاره‌ای عملیات صحرائی که ساعت معمولی در اختیار نباشد می‌توان آنرا بکار برد.

۱۱-۲) سمت‌یابی با استفاده از کوتاهترین سایه ژالون

از این روش در عرضهای جغرافیایی کمتر از ۶۶ درجه و در هر موقع از سال می‌توان استفاده نمود. طرز کار بدین قرار است:

۱) ژالون را بطور قائم در زمین آفتابگیر و مسطح و هموارى که بتواند حداقل سایه‌ای به درازای ۳۰ سانتیمتر ایجاد کند فرو برید و محل سایه سردستک را در زمان ۵ تا ۱۰ دقیقه پیش از ظهر بوسیله میخ یا قطعه سنگی یا هر وسیله دیگری روی زمین مشخص سازید. (نگاره ۶۳)

۲) کمانی از دایره به مرکز پای ژالون و شعاع درازای سایه آن به کمک ریسمان یا قطعه چوبی در روی زمین رسم کنید.



نگاره ۶۳

۳) بدیهی است هر چه به ظهر نزدیکتر شویم از طول سایه کاسته شده و درازای آن در ساعت ۱۲ حقیقی به حداقل می‌رسد و از ظهر به بعد دوباره بر درازای آن افزوده می‌شود.

در زمانیکه ژالون دارای کوتاهترین سایه می‌باشد امتداد فوق جهت شمال را نشان می‌دهد. نهایتاً نقطه مقابل آن جهت جنوب و محور عمود برآن جهت شرق و غرب را نشان خواهد داد.

باید توجه داشت، دقت این طریقه بستگی به سرعت عمل و دقت عامل در هنگام اندازه‌گیری سایه داشته و هرچه در این مرحله بیشتر دقت شود نتیجه بهتری بدست می‌آید.

۱۱ - ۳) سمت‌یابی در شب

در هنگام شب برای سمت‌یابی از ستارگان استفاده می‌شود، برای این منظور در نیمکره شمالی ازستارگان دب اکبر کمک گرفته شده و ستاره قطبی را به آسانی پیدا می‌کنند. (نگاره ۶۴) در نیمکره جنوبی نیز از ستارگان دیگری بنام Cross و Pointers کمک گرفته شده و محل قطب جنوب را بدست می‌آورند. (نگاره ۶۵)



نگاره ۶۴



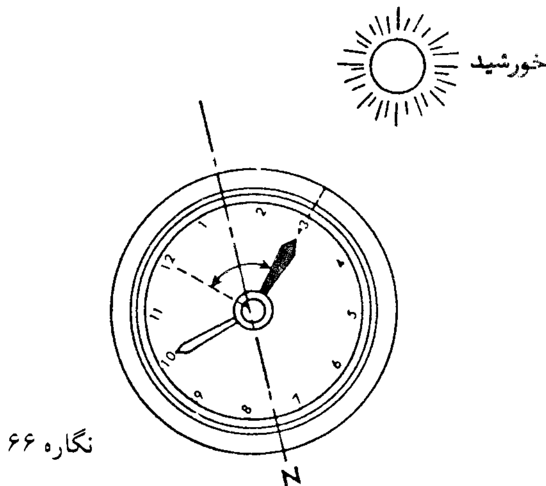
نگاره ۶۵

۱۱ - ۴) سمت‌یابی به کمک ساعت

امتداد تقریبی شمال و جنوب را می‌توان به کمک ساعت به شرح زیر بدست آورد.

۱۱ - ۴ - الف) در نیمکره شمالی

عقربه ساعت را طوری متوجه خورشید سازید که سایه آن درست در زیر عقربه قرار گیرد. در این حال نیمساز زاویه حاصله از عقربه ساعت شمار و عدد ۱۲ نمایشگر جنوب و سوی دیگر آن شمال را نشان می‌دهد (نگاره ۶۶).

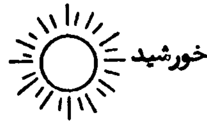


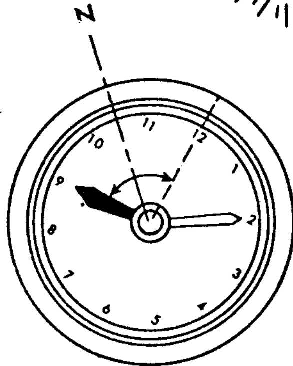
نگاره ۶۶

۱۱ - ۴ - ب) در نیمکرهٔ جنوبی

عدد ۱۲ ساعت را متوجه خورشید کرده و نیمساز زاویه عقربه ساعت شمار و عدد ۱۲ را نظراً رسم کنید. در این حال امتداد نیمساز معرف شمال و سوی دیگر آن جنوب را بطور تقریب نشان می‌دهد. (نگاره ۶۷).

باید توجه داشت که از این طریقه فقط در عرض جغرافیایی ۲۳/۵ تا ۶۶/۵ درجه شمالی یا جنوبی می‌توان استفاده کرد.





نگاره ۶۷

روشهای متعدد دیگری در زمینه جهت وجود دارد که در این جا از ذکر آن خودداری می‌گردد.

۱۲- راهبری و تعیین مسیر راهپیمائی

۱۲- ۱) مقدمه - منظور از راهبری و تعیین مسیر راهپیمائی عبارتست از تعیین موقعیت ایستگاه آخر یا ایستگاههای میان راه نسبت به موقعیت ایستگاه مبداء حرکت و در نتیجه هدایت ستونهای راهپیمائی از یک نقطه به نقطه دیگر.

واضح است که این کار در مناطقی که نقشه آن در اختیار باشد کاملاً ساده بوده و عملیات راهپیمائی را از نقطه‌ای به نقطه دیگر (هرقدر هم طولانی) با اطمینان امکان‌پذیر می‌سازد. در این قبیل موارد موقعیت هر یک از ایستگاهها را به همان طرقی که قبلاً شرح داده شد تعیین نموده و در نتیجه مسیر راهپیمائی را به آسانی می‌توان به روی نقشه منتقل نمود اما اشکال کار زمانی نمایان می‌شود که هیچ گونه نقشه‌ای از منطقه مورد نظر در اختیار نباشد.

در روزگاران گذشته که نقشه نقاط مختلف جهان بویژه نقشه دریاها تهیه نشده بود ملوانان و دریانوردان از فن ناوبری استفاده کرده وکشتی های خویش را تا فواصل بسیار دوری از ساحل هدایت می‌کردند و با اطمینان کامل به دریانوردی می‌پرداختند. در واقع این کاربا راهبری

در مناطق و صحراها و دشت‌های فاقد نقشه تشابه کامل دارد.

۱۲ - ۲) طرح‌ریزی راهبری

همان طوری که گفته شد اگر نقشه منطقه عملیات در اختیار باشد کافی است که نقطه مبدأ و مقصد حرکت را با دقت روی آن منتقل نمودو مسیر راهپیمائی را میان دو نقطه طوری انتخاب نمود که ایستگاههای میان راه در محل‌های مشخص و قابل کنترلی تعیین گردیده و فرمانده گروه راهپیمائی یا شخص راهبر را قادر سازد تا با تطبیق نقشه و طبیعت از صحت ایستگاههای میان راه و در نتیجه از درستی مسیر راهپیمائی اطمینان حاصل نموده و عملیات جابجائی گروه را با اطمینان خاطر انجام دهد. اما اگر نقشه در اختیار نباشد ناگزیر باید مقیاس مناسبی را که بتواند تمام مسیرراهپیمائی را روی یکبرگ سفید کاغذ رسم نماید، انتخاب نموده و جهت شمال را نیز با وضوح و روشنی کامل روی آن رسم کرد، سپس نقطه مبدأ و مقصد را که باید نقاط مشخص و معلومی باشند با دقت هرچه تمام تر نسبت بیکدیگر روی کاغذ منتقل ساخته و چنانچه وضعیت منطقه و یا عوارض میان راه اجازه دهد آن دو را با خط راستی بیکدیگر مربوط می‌سازند. اما از آنجائیکه انتخاب تنها یک مسیر مستقیم میان نقطه مبدأ و نقطه مقصد اغلب امکان‌پذیر نیست، ناگزیر مسیر راهپیمائی را متناسب با عوارض میان راه بصورت یک خط شکسته انتخاب می‌کنند و در نتیجه کل مسیر را به چند مسیر کوتاهتر تقسیم می‌سازند و آزیموت و فواصل هر یک از مسیرهای کوتاه را بطور جداگانه از روی کاغذ اندازه‌گیری کرده و در کنار آن یادداشت می‌کنند.

۱۲ - ۳) اندازه‌گیری مسافت و فواصل میان نقاط

الف) گام‌شماری: معمولاً طول قدمهای یک انسان عادی حدود ۷۵ سانتیمتر است، به همین جهت می‌توان فواصل میان نقاط را با شمارش گامها اندازه‌گیری کرد. بطورکلی اندازه‌گیری مسافت بین نقاط بوسیله قدم بایستی تابع نظم و قاعده صحیحی باشد تا از بروز اشتباه جلوگیری گردد. قاعدتاً چون فواصل میان نقاط را بوسیله مضاربی از صدگام اندازه می‌گیرند، از این رو از

وسایلی مانند یادداشت کردن در دفتر، استفاده از انگشتان دست (مثلاً هر انگشت معرف صد قدم) گره زدن ریسمان (مثلاً هر گره نشانه صدگام) و یا هر وسیله ممکن دیگری باید استفاده شود تا از بروز اشتباه جلوگیری گردد. هرچند مسافتی که بدین ترتیب اندازه‌گیری شود دقت چندانی نخواهد داشت با این وجود تمرین زیاد بر میزان دقت و بهبود کار خواهد افزود. بخصوص کسانی که نقش راهبری و هدایت گروههای راهپیمائی را عهده‌دار می‌گردند بایدتمرین کافی داشته باشند تا دچار اشتباه و بی‌دقتی نگردند. برای این منظور بهتر است راهبر قبلاً طول قدمهای خویش را در شرایط مختلف ماند سرازیری، زمین شخم‌زده، سنگلاخ، گل و لای، زمین سخت و هموار و امثال آن اندازه‌گیری نموده و از متوسط آنها بعنوان طول حقیقی هرگام استفاده نماید. به همین جهت شرایط زیر که نقش موثری در طول قدمهای انسان دارد باید مورد توجه قرار گیرد:

الف - ۱) شیب زمین : در سرازیریها طول قدمها بلند شده و برعکس در سربالائی‌ها از اندازه آن کاسته می‌شود.

الف - ۲) باد: وزش باد مقابل از طول قدمها کاسته و بالعکس وزش باد از پشت سر بر درازی آن میفزاید.

الف - ۳) نوع زمین: مانند شن، ماسه، گل و امثال آن طول قدمها راکاهش می‌دهد.

الف - ۴) بارندگی: مانند برف، باران و یخبندان در طول قدمها تأثیر دارد.

الف - ۵) لباس: وزن اضافی لباس و ناراحت بودن آن، همچنین وضعیت کفش نیز از عوامل موثر در طول گامهاست.

الف - ۶) فرسودگی: خستگی و فرسودگی نیز از جمله عوامل موثر درکاهش طول گامهاست.

۱۲ - ۳ - ب) استفاده از مسافت‌سنج اتومبیل

مسافت‌سنج اتومبیل نیز یکی از وسایلی است که می‌تواند برای اندازه‌گیری مسافت میان نقاط بکارگرفته شود. برای این منظور کافی است که شماره مسافت‌سنج در نقطه شروع یادداشت شود و از شماره آن در نقطه مقصد کم گردیده تا فاصله میان دو نقطه بدست آید.

طریقه دیگر اینکه مسافت‌سنج را در نقطه شروع روی صفر قرار دهند که در اینصورت شماره آن در نقطه مقصد معرف فاصله میان دو نقطه مورد نظر خواهد بود.

۱۲-۴) وظایف راهبر

وظایف راهبر باندازه‌ای مهم و سنگین است که به هیچوجه علاوه بر راهبری، وظیفه دیگری نباید به وی محول گردد. در تاکید این مطلب باید اشاره شود که هیچگاه فرمانده گروه راهپیمائی شخصاً نباید راهبری را برعهده گیرد، زیرا وظایف متفرقه و گوناگونی که به عهده فرماندهی گروه محول شده است مانع تمرکز قوای فکری و حواس مربوط به عملیات راهبری شده و نتیجه رضایت بخشی در برنخواهد داشت. بهمین جهت فرمانده باید یکی از بااستعدادترین و دقیقترین افراد خویش را به سمت راهبری برگزیده و مسئولیت‌های زیر را به وی واگذار سازد:

۱) جمع‌وجورکردن وسایل راهبری.
۲) سرویس و آماده بکارنمودن وسایل راهبری.
۳) گردآوری اطلاعات و جزئیات مربوط به مسیر راهپیمائی.
۴) برقرار ارتباط و تماس با فرمانده گروه.
۵) در اختیار گذاردن اطلاعات لازم به منظور هدایت گروه در امتداد مسیر صحیح.

۱۲-۵) استفاده از نقاط کمکی

منظورازنقاط کمکی هرگونه علامت ویانشانه مشخصی است که راهبر بتواند از آن برای هدایت و توجیه عملیات راهپیمائی استفاده کند. اهمیت این نقاط باندازه‌ای زیاد است که حتی در پاره‌ای اوقات بر استفاده متوالی از قطب نما برتری دارد و کار را به مراتب آسانتر می‌سازد.

۱۲ - ۵ - الف) استفاده از نقاط کمکی در روز

معمولاً پیدا کردن نقاط کمکی در هنگام راهپیمائی‌های روزانه خیلی آسان است. برای

این منظور از یک تک درخت یا یک تک ساختمان و یا برآمدگی و قله‌هائی که در افق دوردست بخوبی قابل تشخیص باشند میتوان استفاده نمود و حتی در پاره‌ای موارد از جهت وزش بادهای محلی نیز می‌توان کمک گرفت. البته در این قبیل موارد ضروری است که هرچند وقت یکبار عملیات به وسیله قطب‌نما کنترل گردد.

۱۲ - ۵ - ب) استفاده از نقاط کمکی در شب

ستارگان تنها نقاط کمکی هستند که می‌توانند در راهپیمائی‌های شبانه مورد بهره‌برداری قرار گیرند. از آنجائیکه موقعیت ستارگان در آسمان بدلیل چرخش زمین پیوسته در تغییر است از این رو کنترل آزیموت یاگرای امتداد مسیر راهپیمائی هرچند وقت یکبار بوسیله قطب‌نما ضروری است. تعداد دفعات کنترل کار با قطب‌نما به موقعیت ستارگان در آسمان بستگی دارد. بدین معنی که اگر از ستارگان واقع در افق شمالی استفاده شود هر نیم‌ساعت یکبار باید از قطب‌نما کمک گرفته شود، در حالیکه ستاره قطبی بدلیل داشتن وضعیت تقریباً ثابت، می‌تواند دائماً بعنوان بهترین و ثابت‌ترین نقطه کمکی مورد استفاده قرار گیرد.

باید توجه داشت که در عرض جغرافیایی بالاتر از ۷۰ درجه استفاده از ستاره قطبی نیز بدلیل ارتفاع زیاد با مشکلاتی توام شده و از ارزش آن بعنوان یک نقطه کمکی خوب، کاسته می‌شود.

بطور کلی اگر مسیر راهپیمائی رو به جنوب باشد باید هر ۱۵ دقیقه یکبار مسیر را با قطب‌نما کنترل کرد. ولی اگر مسیر راهپیمائی در جهت شرق یا غرب باشد بایدستارگان کمکی را قبل از رسیدن به ارتفاع زیاد و غیرقابل استفاده شدن آنها، عوض نمود.

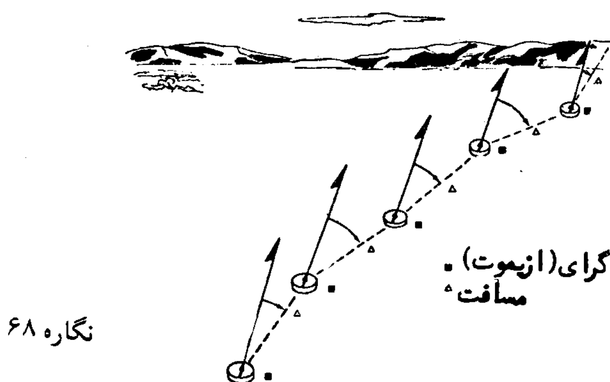
۱۲-۶) راهبری پیاده

قطب نمابهترین و مناسبترین وسیله برای راهبری‌های پیاده بوده و نحوه استفاده از آن بشرح زیر است:

اگر نقشه منطقه مورد نظر در اختیار باشد، کافی است که ایستگاه آغاز راهپیمائی را روی

آن مشخص و عمل اندازه‌گیری آزیموت و مسافت مسیر را از آنجا شروع کرد. ولی اگر نقشه در دسترس نباشد، می‌توان ار یک برگ کاغذ سفید استفاده کرده و نخستین ایستگاه (ایستگاه شروع راهپیمائی) را با نقطه‌ای روی آن نمایش داد و گرای نخستین امتداد میان ایستگاه اول را راهپیمائی کرده و ایستگاه یکم میانی را با قطب‌نما اندازه‌گیری نمود و این کار را از ایستگاههای میانی دیگر نیز بهمین ترتیب ادامه داد تا به نقطه مقصد رسید. (نگاره ۶۸)

بدیهی است در این طریقه مسافت میان ایستگاهها بوسیله قدم اندازه‌گیری می‌شوند.



نگاره ۶۸

۱۲-۷) راهبری سواره

اصول راهبری سواره در واقع همان اصولی است که درراهبری پیاده شرح داده شد و تنها اختلاف در روش اندازه‌گیری‌هاست. بدین معنی که چون برای اندازه‌گیری سمت ها قاعدتاً باید از قطب‌نما استفاده شود، لذا باید چاره‌ای اندیشید تا قطب‌نما از اثرات میدانهای حاصل از توده‌های آهن و اتومبیل محفوظ بماند. برای این کار لازم است راهبر هرچند گاه یکبار از اتومبیل، پیاده شده و آنقدر از آن دور شود تا اثرات حاصله از توده‌های آهن اتومبیل‌ها خنثی گردد و بدینوسیله جهت امتداد راهپیمائی کنترل شود.

بطور کلی راهبری سواره بدو طریق انجام می‌شود:

۱۲ - ۷ - الف) راهبری سواره بدون استفاده از نقاط کمکی

برای سمت‌یابی در دشتها و مناطق خالی از عارضه که نقطه مشخصی در آن بعنوان نقطه کمکی وجود نداشته باشد باید از قطب نما استفاده نمود. برای این کار راهبر از خودرو پیاده شده و حدود ۵۰ متر از آن در جهت مسیر حرکت دور می‌شود و با نشانه‌روی به خودروی سرستون، گرای امتداد میان ایستگاه خود و خودروی مذکور را بدست می‌آورد و با افزودن یا کاستن ۱۸۰ درجه از آن گرای مغناطیسی خودرو سرستون و ایستگاه خویش را تعیین می‌کند وگرای بدست آمده را به روی نقشه و یا کاغذ منتقل می‌سازد. سپس به راننده خودرو سرستون دستور داده می‌شود که روی خط مستقیمی بسوی ایستگاه راهبر حرکت کند. در این موقع راهبر سوار خودروی مذکور شده و مقدار انحرافی را که عقربه قطب‌نما پس از سوار شدن به خودرو نسبت به وضعیت قبل داشته است بخاطر می‌سپارد و با توجه به میزان انحراف، خودرو را بسوی نقطه مورد نظر هدایت می‌کند.

۱۲ - ۷ - ب) راهبری سواره با استفاده از نقاط کمکی

واضح است که راهبری در مناطقی که نقاط کمکی فراوانی دارد بسیار ساده بوده و در تمام طول راهپیمائی نیازی به اندازه‌گیری گرای امتداد راهپیمائی بوسیله قطب‌نما وجود ندارد و استفاده از قطب‌نما فقط منحصر به نقاط عطف (سرپیچ‌ها) مسیر می‌گردد که طرز اندازه‌گیری آن عیناً به همان نحوی است که در قسمت الف اشاره شد.

۱۲-۸) جدول راهبری the log

تهیه جدول راهبری یکی از اساسی‌ترین عملیات راهبری است که در تنظیم آن باید هرچه بیشتر دقت کرد. این جدول مرکب از ۵ ستون بشرح زیر است: (نگاره ۶۹).

- ستون شماره ۱ مخصوص ایستگاهها و یانقاط عطف مسیر راهپیمائی است.
- در ستون شماره ۲ عدد کیلومترشمار خودرو در هر یک از ایستگاهها نوشته می‌شود.
- در ستون سوم فاصله میان دو ایستگاه که در واقع از تفاوت اعداد کیلومتر شمار دو ایستگاه

متوالی بدست می‌آید، یادداشت می‌گردد.

- ستون چهارم مخصوص درج گرای امتدادهای مسیر راهپیمائی است.
- ستون پنجم به ملاحظات و یادداشتهای ضروری اختصاص داده شده است.

(۱) ایستگاه	(۲) شماره کیلومتر خود رو	(۳) مسافت Km	(۴) گرای مغناطیسی	(۵) ملاحظات
A	4750	-	-	
B	4756	6	358	
C	4765	9	341	
D	4773	8	314	
E	4774	1	341	
F	4779	5	322	
G	4784	5	312	
H	4789	5	300	

نگاره ۶۹

۱۲-۹) ترسیم مسیر راهپیمائی

مسیر راهپیمائی را می‌توان مستقیماً به روی نقشه منتقل ساخت و یا آن را روی کاغذ جداگانه با همان مقیاس نقشه رسم نمود و سپس آن را با انطباق نقطه یا نقاط مشخصی از مسیر که هم درروی نقشه و هم در روی کاغذ نشان داده شده باشد به روی نقشه منتقل ساخت.

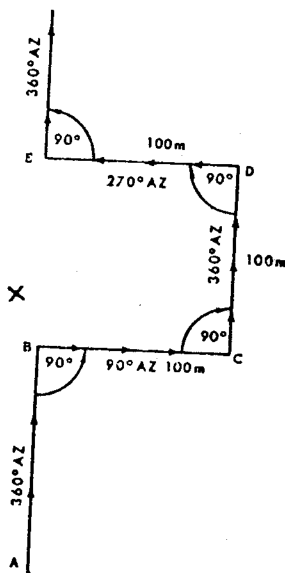
برای رسم مسیر از وسایلی مانند نقاله و خط کش استفاده می‌شود و دقت کار بستگی به میزان مهارت و دقت ترسیم کننده و دقت اطلاعات دارد. مثلاً وقتی مسیر راهپیمایی از یک نقطه معلوم (نقطه‌ای که هم در طبیعت و هم در روی نقشه مشخص باشد) شروع شده و به یک نقطه معلوم دیگر خاتمه یابد باید توجه شود که مسیر ترسیم شده روی نقشه که از نقطه معلوم اول شروع گردیده است به نقطه معلوم آخر بسته شود و بعبارت دیگر انتهای مسیر به نقطه معلوم آخر متصل گردد.

چنانچه نقطه آخر مسیر رسم شده، با نقطه مشخص شده روی نقشه منطبق نگردد، اشکال و خطائی در میان بوده و باید عملیات ترسیم را از نو شروع کرد.

بدیهی است چون مسیر راهپیمائی با استفاده از جدول راهبری ترسیم می‌گردد، ازاین‌رو در تهیه و تنظیم جدول مزبور باید حداکثر دقت را معمول داشت تا از خطاهائی که باعث بسته نشدن مسیر راهپیمائی در روی نقشه می‌گردد احتراز شود.

۱۲-۱۰) دورزدن موانع و مناطق غیرقابل عبور

اگر مسیر راهپیمائی از مناطق غیرقابل عبور پیش‌بینی نشده‌ای عبور نماید، می‌توان آن را به ترتیب زیر طوری دور زد که از مسیر واقعی دور نشویم. برای این که مطلب روشن‌تر شود فرض کنیم مطابق نگارۀ ۷۰ در حین راهپیمائی به نقطه x برسیم و ناگزیر از دور زدن از سوی شرق باشیم، برای این کار نقطه‌ای از مسیر راهپیمائی مانند نقطه A را انتخاب کرده و قطب‌نما را طوری می‌گردانند که حرف N صفحه مدرج، در زیر خط نشانه قطب‌نما قرار گیرد. در این موقع امتداد نشانه روی قطب‌نما جهتی را که گرای آن ۳۶۰ درجه است نشان می‌دهد. روی این امتداد آنقدر به جلو می‌روند تا مثلاً به نقطه B (که بیش از آن به منطقه X نمی‌توان نزدیک شد) برسند، در این جا قطب‌نما را طوری به راست می‌گردانند که حرف E صفحه مدرج، در زیر خط نشانه قطب‌نما قرار گیرد، در این موقع امتداد نشانه روی قطب‌نما جهتی را که گرای آن ۹۰ درجه است نشان می‌دهد. روی امتداد مذکور به اندازه‌ای به جلو می‌روند تا به نقطه مطمئن C برسند.



نگاره ۷۰

مجدداً از نقطه C قطب‌نما را آنقدر می‌گردانند تا حرف N صفحه مدرج در امتداد خط نشانه‌روی قطب‌نما واقع شود. در اینجا امتداد نشانه روی قطب‌نما جهتی را که گرای آن ۳۶۰ درجه است نشان می‌دهد. روی امتداد به اندازه‌ای به جلو می‌روند که به نقطه مطمئن D برسند. حال در نقطه D قطب‌نما را در سمت چپ آنقدر می‌گردانند تا حرف W صفحه مدرج در زیر خط نشانه قطب نما واقع شود. در اینجا امتداد نشانه‌روی قطب‌نما جهتی را که گرای آن ۲۷۰ درجه است نشان می‌دهد. روی امتداد مذکور به همان فاصله BC به جلو می‌روند تا به نقطه E برسند. از نقطه E مسیر راهپیمائی در واقع وضعیت عادی خویش را بازمی‌یابد و می‌توان عملیات راهپیمائی را به همان ترتیبی که قبلاً شرح داده شد ادامه داد.

۱۳- استفاده از نقشه در داخل هواپیما و هلیکوپتر

از آنجائیکه امروزه در عملیات‌های مختلف از وسایل هوائی مانند هواپیما و هلیکوپتر بطور وسیعی استفاده می‌شود از این روخواندن نقشه و استفاده از آن در هدایت هواپیما و ناوبری این قبیل وسایل اهمیت شایانی پیدا کرده و نحوه کاربرد نقشه در این قبیل موارد باید به کلیه عواملی که مسئولیت هدایت و رهبری گروهها را بوسیله هواپیما و یا هلیکوپتر عهده‌دار می‌گردند آموزش داده شود. تفاوتی که این حالت با نقشه‌خوانی در وضعیت عادی دارد در این است که استفاده‌کننده نقشه باید در داخل کابین بطور ثابتی قرار گرفته و متناسب با سرعت و وضعیت هواپیما همواره با سرعتی بیشتر از وضع عادی نقشه راتوجیه کرده و موقعیت خویش را روی آن بیابد. نقشه‌خوانی در داخل هواپیما و یا هلیکوپتر در مقایسه با نقشه‌خوانی در روی زمین از جهاتی آسانتر بوده و یافتن عوارض مختلف و فواصل میان آنها بدلیل کوچکتر شدن طبیعت و در نتیجه نزدیکی بیشتر مقیاس نقشه با طبیعت با سهولت بیشتری امکان‌پذیر می‌گردد، و از طرف دیگر چون دیدن عوارض بیشتری از داخل هواپیما میسر است، در نتیجه تشخیص موقعیت و توجیه نقشه نیز آسانتر خواهد بود. تنها اشکال کار در این است که فراوانی عوارض، استفاده کننده را از نظر تشخیص آنها در روی نقشه دچار تردید ساخته و باعث گیج شدن وی می‌گردد. برای این منظور لازم است نکات زیر مورد توجه قرار گیرد:

الف) قبل از پرواز نقشه مورد بررسی قرار گیرد و با خلبان در این باره مشورت شود و از یافتن موقعیت خویش درروی نقشه اطمینان حاصل گردد و راهها و جاده‌ها و خطوطی که از نظر هدایت هواپیما احتمالاً مورد بهره‌برداری قرار خواهند گرفت شناخته شوند. در این مرحله باید آن قبیل عوارض مشخص و بارزی که در توجیه و یافتن موقعیت بتواند به شما کمک کند از پیش انتخاب گردد و در روی نقشه علامت‌گذاری شود.

ب) چون خلبان همواره موقعیت کلی خویش و سمت و مسیر پرواز را می‌داند لذا بهتر است از وسیله ارتباط داخلی هواپیما استفاده شود و در مواقع ضروری با وی مشورت گردد.

ج) همواره در جهت سمت پرواز بنشینید و سعی کنید طوری قرار گیرید که دیدن مناظر خارج به سهولت و وضوح هرچه بیشتر امکان‌پذیر باشد.

د) نقشه را با توجه به جهت پرواز توجیه کنید و در صورت امکان از نقشه‌های عملیات مشترک هوائی استفاده نمائید و به کمک آن خود را روی نقشه‌های با مقیاس بزرگ‌تر بیابید.

هـ) خطوط و راههای روی نقشه را مورد توجه قرار دهید و موقعیت خویش را نسبت به آنها تعیین کنید و برای سهولت کار از نقاط کمکی و یا عوارض مشخص کمک بگیرید.

و) اگر موقعیت خودتان را روی نقشه گم کردید، بلافاصله با خلبان تماس بگیرید و سعی کنید هرچه زودتر موقعیت خویش را مجدداً روی نقشه بیابید.

فصل ۶

پستیها و بلندیها

مقدمه:

مطالبی که تا اینجا گفته شد مربوط به شبکه‌بندی و مقیاس و مسافت میان نقاط و شناخت و تعیین موقعیت نقاط و اندازه‌گیری فواصل میان آنها و همچنین نحوه پیمودن از یک نقطه به نقطه دیگر و محاسبه زمان راهپیمائی و مانند آن بود، اما از اینکه اگر میان دو نقطه، پرتگاهی به بلندی مثلاً صدمتر وجود داشته باشد چگونه شناخته می‌شود و آن را به چه نحو روی نقشه نمایش می‌دهند، اشاره‌ای به میان نیامد. نتیجه اینکه شناختن شکل برجستگی‌ها و پستی و بلندیهای زمین نیز یکی از مسائل مهمی است که استفاده کنندگان نقشه باید از آن آگاهی داشته باشند و اطلاعات مربوط به این قبیل عوارض مانند شیوه تعیین ارتفاع و همچنین نحوه بدست آوردن اختلاف ارتفاع میان نقاط را نیز فراگیرند. برای این منظور قبلاً لازم است به تعاریف زیر توجه شود:

۱ - سطح‌مبنا Datum Plane

سطح مبنا سطحی است که ارتفاع تمام نقاط اعم از کلیه پستی و بلندیها نسبت به آن مورد سنجش قرار می‌گیرد. در غالب نقشه‌ها معمولاً سطح متوسط آبهای آزاد بین‌المللی (نه دریاهای مسدود مانند دریای خزر) را برای سنجش و اندازه‌گیری نقاط بکار می‌برند.

۲- ارتفاع

ارتفاع یا فرازای نقاط عبارتست از فاصله قائم نقاط نسبت به سطح مبنا. نقاط مختلف روی زمین ممکن است بالای سطح مبنا واقع شده و بلندی آنها مثبت باشد یا اینکه در زیر سطح قرار گرفته و ارتفاع آنها منفی باشد که به آنها نقاط پست می‌گویند.

۳- پستی و بلندی

پستی و بلندی عبارتست از ناهمواریهای سطح زمین که به طرق مخصوصی مانند منحنی‌های تراز، رنگ‌آمیزی، سایه‌زنی و هاشور و امثال آن و یا نقاط ارتفاعی روی نقشه مشخص گردد.

بطور کلی شکل زمین از نظر پستی و بلندی و ناهمواریهای آن در حرکات گروهها و جابجائیها و راهپیمائی آنها اثر داشته و میدان فعالیتها را از نظر سرعت راهپیمائی، سهولت و یا سختی عمل، دید و امثال آنها را محدود می‌سازد و به همین مناسبت نقش حساس این قبیل عوارض بویژه از نظر نظامیان و مهندسانی که با عملیات عمرانی سروکار دارند نباید پوشیده بماند.

۴- منحنیهای تراز Contour lines

برای نمایش پستی‌ها و بلندی‌های سطح زمین شیوه‌های گوناگونی وجود دارد که یکی از متداولترین آنها روش منحنی‌های تراز است. منحنی تراز خطی است فرضی که ارتفاع کلیه نقاط آن با هم برابر باشد و یا بعبارت علمی‌تر منحنی‌های تراز عبارتنداز مکان هندسی نقاط هم ارتفاع.

منحنی‌ها نمایشگر فاصله قائم نقاط نسبت به سطح مبنا بوده و منحنی صفر آن منطبق برسطح مبنا یا سطح دریای آزاد می‌باشد و در نتیجه هر منحنی نماینده ارتفاع معینی نسبت به سطح مبنا یا سطح دریای آزاد است. فاصلهٔ قائم میان دو منحنی پی‌درپی، فاصله منحنیهای تراز می‌باشد که مقدار آن معمولاً در حاشیه نقشه‌ها یادداشت گردیده است.

در بیشتر نقشه‌ها منحنی‌های تراز را با رنگ قهوه‌ای نمایش می‌دهند و از هر ۵ منحنی یکـی را بـا خـط ضـخیم‌تر مشـخص می‌سـازند و بـه آنهـا منحنی‌هـای اصـلی مـی‌گویند (Index Contours). منحنی‌های اصلی را برحسب وضعیت، در جاهای مناسب قطع نموده و رقم معرف ارتفاع آنها را در آنجا یادداشت می‌کنند. آن دسته از منحنی‌های تراز را که در میان منحنی‌های اصلی قرار گرفته‌اند منحنی‌های فرعی (Intermediate Contours) می‌نامند که در مقایسه با منحنی‌های اصلی با خط نازک‌تری نمایش داده می‌شوند و معمولاً رقم ارتفاعی آنها را ذکر نمی‌کنند.

۴-۱) تعیین ارتفاع نقاط با استفاده از منحنی‌های تراز

الف) فاصله منحنی‌های تراز را که در حاشیه نقشه نـوشته شـده بخـاطر بسپـارید و هـمچنین واحدی را که برای اندازه‌گیری بلندی نقاط بکاررفته است مورد توجه قرار دهید.

ب) نزدیکترین منحنی ترازی که نسبت به نقطه مورد نظر قرارگرفته است مورد توجه قرار دهید و رقم ارتفاعی آن را بخاطر بسپارید.

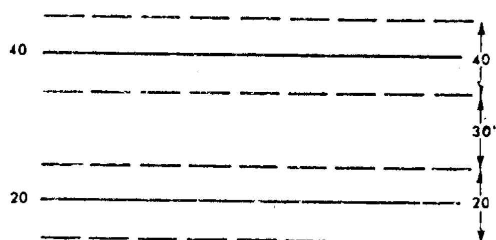
ج) وضعیت نقطه را از نظر اینکه نسبت به منحنی تراز مذکور در بالا و یا در زیر قرارگرفته است مورد بررسی قرار دهید.

د) اگر نقطه مورد نظر روی منحنی تراز واقع شده باشد رقم ارتفاعی منحنی مستقیماً نمایشگر ارتفاع نقطه مطلوب است.

هـ) اگر نقطه مورد نظر میان دو منحنی متوالی واقع شده باشد برای بدست آوردن ارتفاع آن به دو طریق زیر باید عمل نمود:

هـ- ۱) فاصله دو منحنی تراز پی‌درپی‌را بطور تقریبی به چهارقسمت مساوی تقسیم کنید، اگر نقطه در حد $\frac{۱}{۴}$ و کمتر فاصله مذکور نسبت به منحنی زیر قرارگرفته باشد، رقم ارتفاعی منحنی زیر را بعنوان ارتفاع نقطه مورد نظر بپذیرید. اگر نقطه مطلوب در حد میان $\frac{۱}{۴}$ تا $\frac{۳}{۴}$ فاصله دو منحنی نسبت به منحنی زیر واقع شده باشد نصف فاصله دو منحنی تـراز مـتوالی را بـه رقـم ارتفاعی منحنی زیر بیافزایید و عدد حاصل را بعنوان ارتفاع نقطه مورد نظر انتخاب کنید. ولی

اگر نقطه مطلوب در حد $\frac{۳}{۴}$ و بیشتر فاصله دو منحنی متوالی واقع شده باشد، رقم ارتفاعی منحنی تراز بالا را بعنوان ارتفاع آن نقطه برگزینید. (البته این روش تقریبی بوده و دارای دقت کم می‌باشد) (نگاره ۷۱).



نگاره ۷۱

۴ - ۲) اگر بخواهیم ارتفاع نقطه را با دقت بیشتری به دست آوریم کافی است وضعیت نقطه را نسبت به دو منحنی تراز بالا و پائین حساب کنیم و با عمل میانه‌گیری (Interpolation) ارتفاع نقطه را بدست آوریم.

مثلاً فرض کنیم فاصله منحنی‌های تراز ۲۰ متر باشد و نقطه مطلوب نسبت به منحنی‌های تراز بالا و پائین در فاصله $\frac{۱}{۵}$ از منحنی تراز زیر که مثلاً ارتفاع آن ۱۲۰۰ متر است قرار گرفته باشد، در این صورت ارتفاع نقطه را بشرح زیر بدست خواهیم آورد:

۲۰ : ۵ = ۴

۱۲۰۰ + ۴ = ۱۲۰۴ متر

الف) اگر بخواهید ارتفاع قله‌ها و یا گودالها را بدست آورید در حالت اول رقم ارتفاعی نزدیکترین منحنی تراز به قله کوه را پیدا کنید و نصف فاصله منحنی‌های تراز را به آن بیافزائید و در حالت دوم برعکس، رقم ارتفاعی نزدیکترین منحنی تراز به ته گودال را پیدا کنید و نصف فاصله منحنی‌های تراز را از آن بکاهید تا ارتفاع نقطه مورد نظر بدست آید.

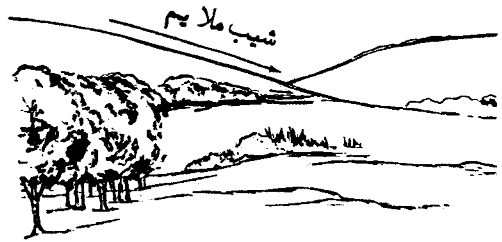
البته در اکثر نقشه‌ها سعی می‌شود ارتفاع این گونه نقاط روی نقشه نوشته شوند. درپاره‌ای نقشه‌ها علاوه بر منحنی‌های تراز اصلی و فرعی منحنی تراز دیگری بنام منحنی تراز واسطه

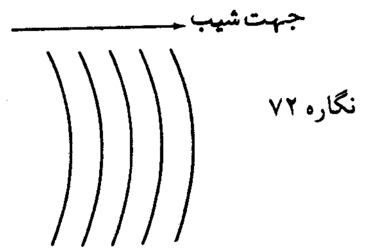
(Supplementary) میان منحنی‌های فرعی نیز رسم گردیده و با خط چین مشخص شده است. در این قبیل موارد فاصله این منحنی‌ها نیز در حاشیه نقشه ذکر گردیده است. در بعضی نقشه‌ها علاوه بر منحنی‌های تراز از نشانه‌های ارتفاعی (Bench Mark) و همچنین رقوم ارتفاعی (Spot elevation) نقاط مختلف را نیز نمایش می‌دهند. در این قبیل نقشه‌ها نشانه‌های ارتفاعی را با یک × همراه با حروف BM و در ذکر شماره آن با رنگ سیاه چاپ می‌کنند (مانند 124 BM×). رقوم ارتفاعی را نیز با یک علامت × با رنگ قهوه‌ای و یا سیاه مشخص می‌سازند و عدد ارتفاعی آن نقطه را در طرف راست آن می‌نویسند (مانند 1246 ×) معمولاً رقوم ارتفاعی را در محل برخورد دو جاده یا یک جاده و یک رودخانه و سرتپه‌ها و قله کوهها و داخل گودال‌ها و این قبیل عوارض مشخص نمایش می‌دهند. همچنین محل نقاط کنترل مسطحاتی (Horizontal Control) (یعنی نقاطی که مختصات مسطحاتی آن بطریقه عملیات زمینی نقشه‌برداری، از قبیل مثلث‌بندی یا پیمایش و امثال آن بدست آمده باشد) را با یک مثلث کوچک مانند Δ روی نقشه مشخص نموده و هرگاه نمایش نقاط کنترل مسطحاتی و نشانه‌های ارتفاعی بطورتوام مورد نظر باشد از حروف BM و علامت Δ استفاده می‌شود. (مانند Δ BM).

۵- رابطه میان شکل زمین با شکل و فاصله منحنی‌های تراز

طبیعت زمین و شیب امتداد میان نقاط در میزان دوری یا نزدیکی منحنی‌های تراز اثر گذارده و با مطالعه شکل و وضع قرارگرفتن منحنی‌ها نسبت به یکدیگر می‌توان شکل زمین را بشرح زیر مورد بررسی قرار داد:

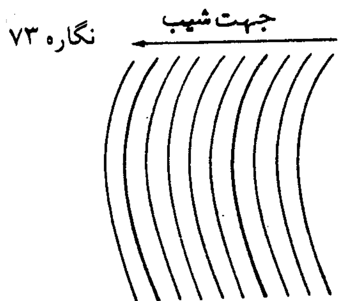
الف) فواصل منظم و دور از هم منحنی‌های تراز معرف شیب ملایم و یکنواخت زمین است (نگاره ۷۲). فواصل منظم و نزدیک بهم منحنی‌های تراز نشانه شیب تند ویکنواخت زمین است (نگاره ۷۳).





نگاره ۷۲

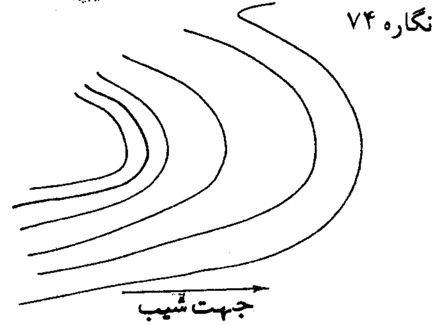




نگاره ۷۳

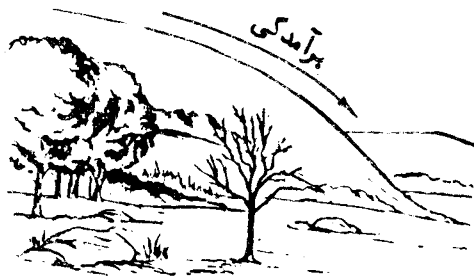


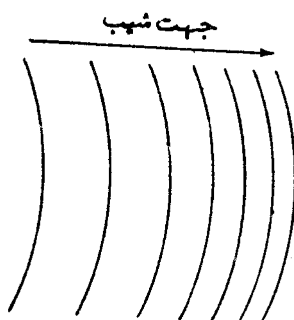
نگاره ۷۴



ب) منحنی‌های ترازی که در نزدیکی‌های قله بهم نزدیک و در دامنه کوه از یکدیگر فاصله بگیرند نشانه شیب تند در اطراف قله و شیب ملایم در پایین کوه است (نگاره ۷۴).

ج) اگر منحنی‌های تراز در نزدیکی‌های قله از یکدیگر دور و در دامنه کوه بهم نزدیک شوند، نشاندهندهٔ شیب ملایم در اطراف قله و شیب تند در پائین کوه است (نگاره ۷۵).



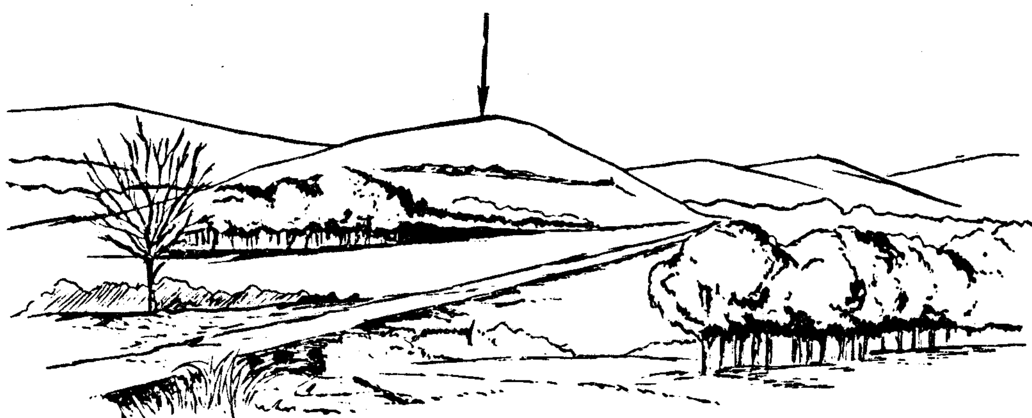


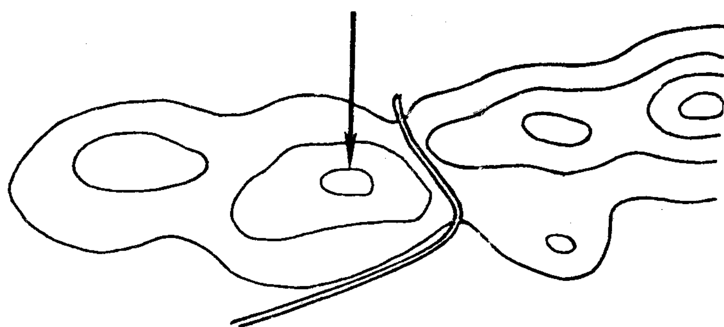
نگاره ۷۵

برای نمایش رابطه میان شکل زمین و شکل منحنی‌های تراز از نگاره‌های ۷۶ تا ۸۲ بشرح زیر کمک گرفته شده است.

۵ - الف) قله Peak

قله نقطه یا منطقه کوچکی از یک برجستگی است که وقتی روی آن بایستیم زمین از هر سو به شکل سراشیب دیده شود. (نگاره ۷۶)

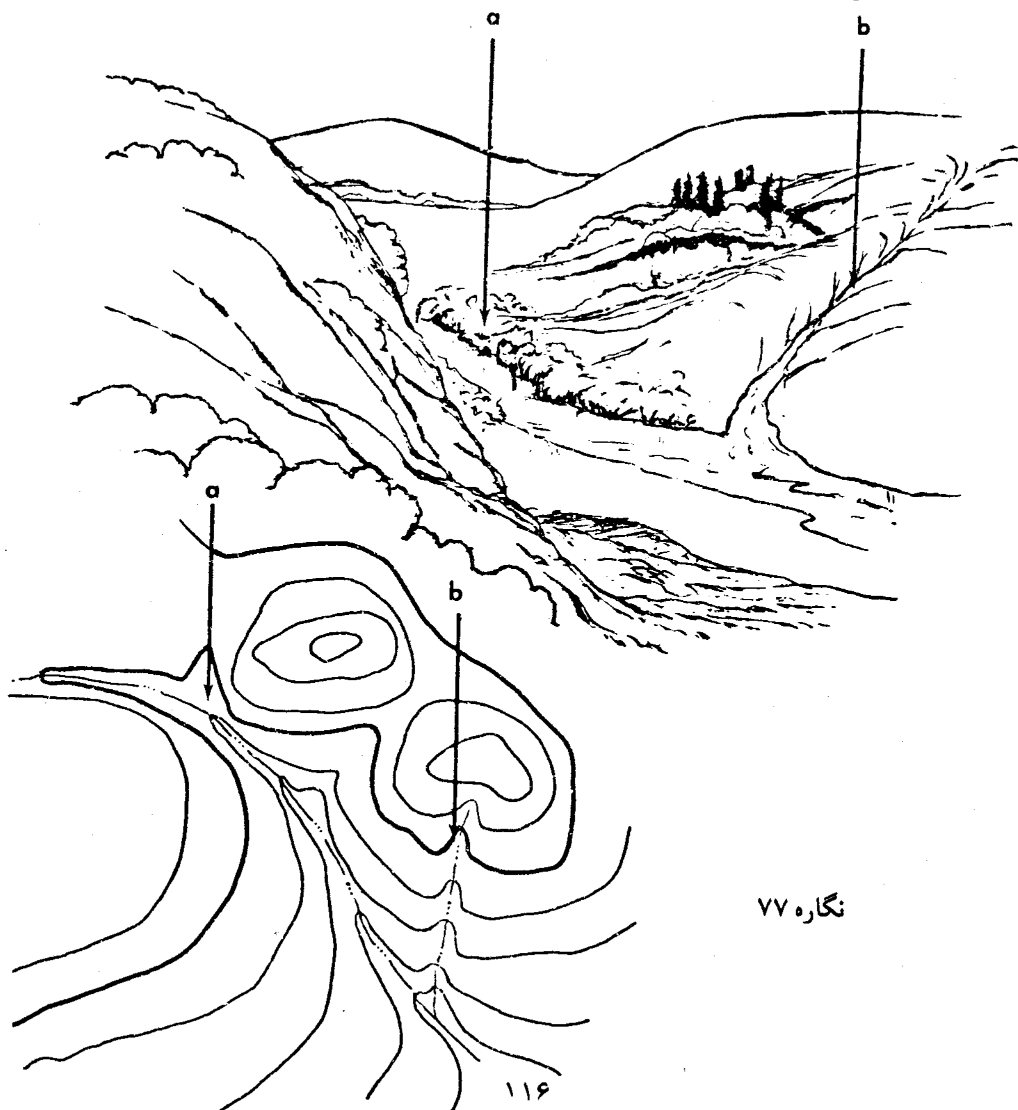




نگاره ۷۶

۵ - ب) دره وآبریز Valley and Praw

دره آبراهه‌ای است که درازا و پهنای آن به وضعیت منطقه و حجم آبی که در آن جریان می‌یابد بستگی داشته و منحنی‌های تراز آن از بالای قله به عدد ۸ شباهت دارد که راس آن همواره متوجه بالای دره و دو ضلع آن به سوی شیب زمین متوجه است (نگاره ۷۷). آبریز نیز آبراهه کوچکی است که از بالای برجستگی شروع شده و به دره ختم می‌شود. منحنی‌های تراز آبریز از بالای قله همانند دره به شکل ۸ شباهت دارد که راس آن متوجه قله و دو ضلع آن بسوی دامنه برجستگی متوجه است (نگاره ۷۷).



نگاره ۷۷

۵ - ج) - آب‌پخشان

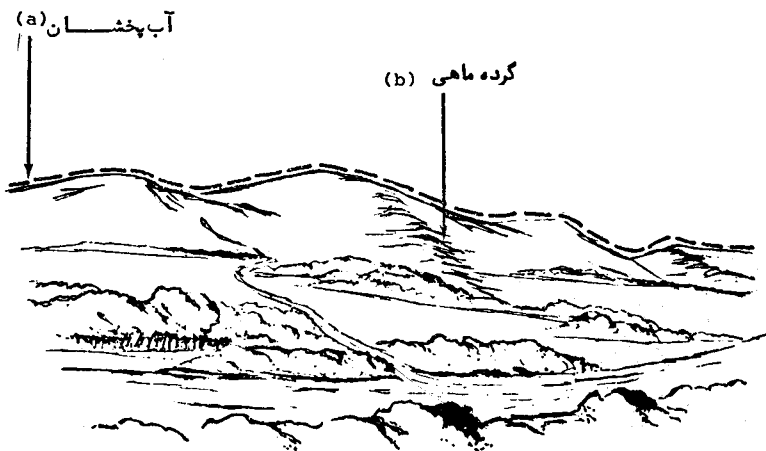
Ridge line

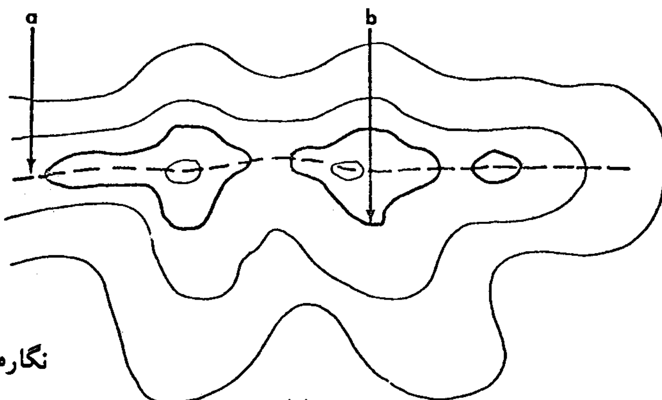
آب‌پخشان که نام دیگر آن خط تقسیم آب (یا مقسم‌المیاه) است، بلندی‌هائی است که آبریز یک رود را از آبریز رود دیگر جدا می‌سازد و هیچگاه خط آبریز را قطع نمی‌کند. (باید توجه گردد که خط آب‌پخشان با خط‌الراس که خط واصل رئوس یک رشته کوه است و گاهی ممکن است آبریزها را قطع کند اشتباه نشود). (حرف a نگاره ۷۸)

۵ - د) - گرده ماهی

Spure

گرده ماهی در واقع برعکس آبریز بوده وبصورت تیغه پخ وکوتاهی است که از قله کوه شروع شده و دردامنه آن پایان می‌یابد. منحنی‌های ترازگرده ماهی از بالای قله به شکل U دیده می‌شود که‌رأس آن‌متوجه‌پای کوه و دو ضلع آن بسوی قله‌کوه متمایل‌است. (حرف b نگاره ۷۸)

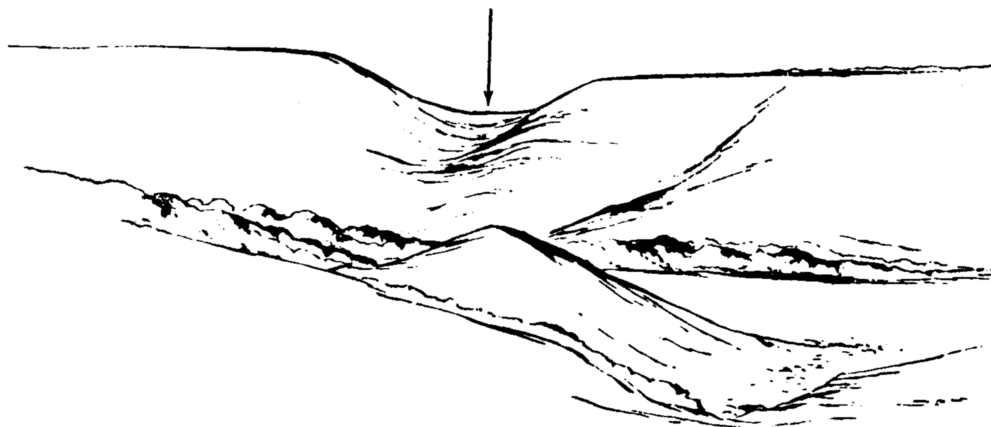


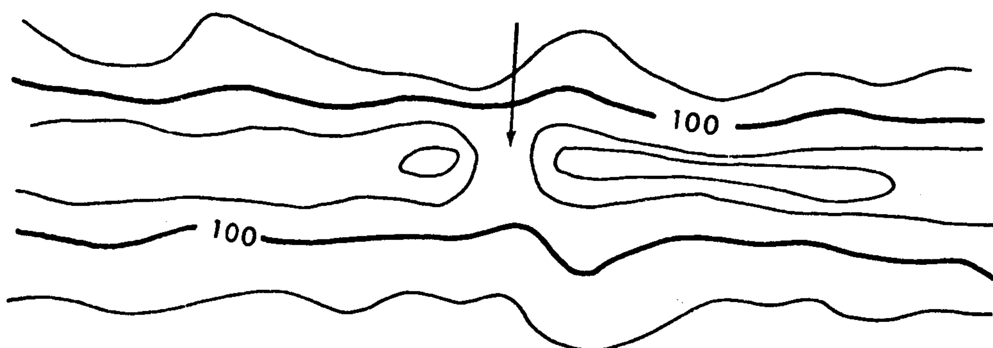


نگاره ۷۸

۵ - ن) گردنه Saddle

گردنه نقطه گودی از خط آب‌پخشان است که بیشتر، میان دو قله یا دو برجستگی مجاور هم قرار گرفته است (نگاره ۷۹)

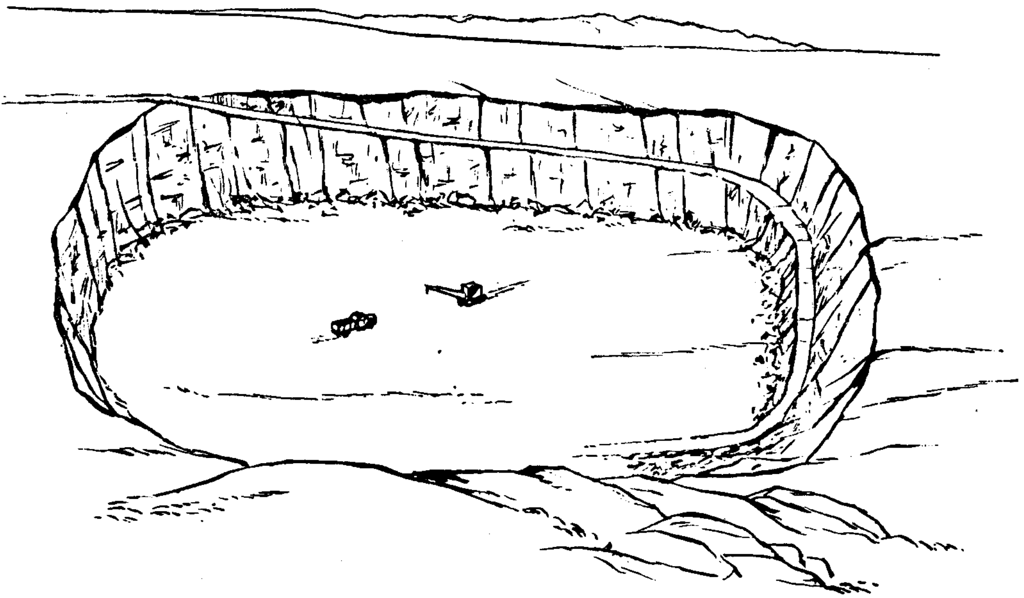


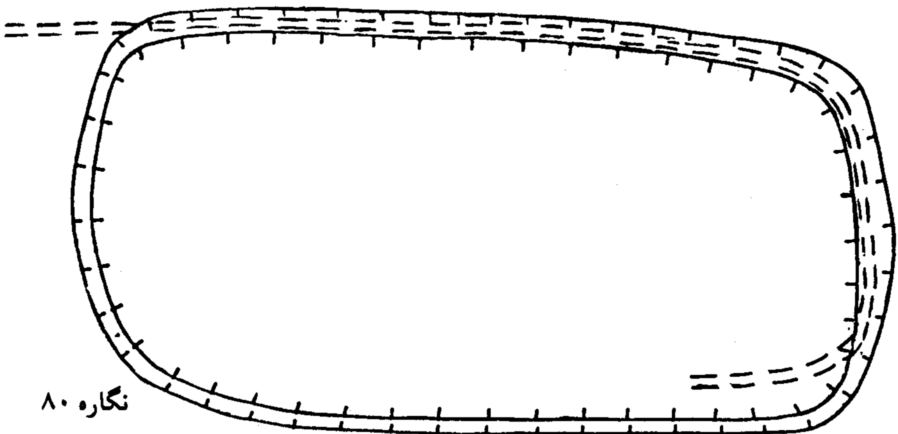


نگاره ۷۹

۵ - و) گودال Depression

گودال محل پستی است که بلندی آن نسبت به بلندی زمین‌های پیرامونش کمتر بوده و معمولاً هنگام بارندگی، آب در آن جمع می‌شود. (نگاره ۸۰)



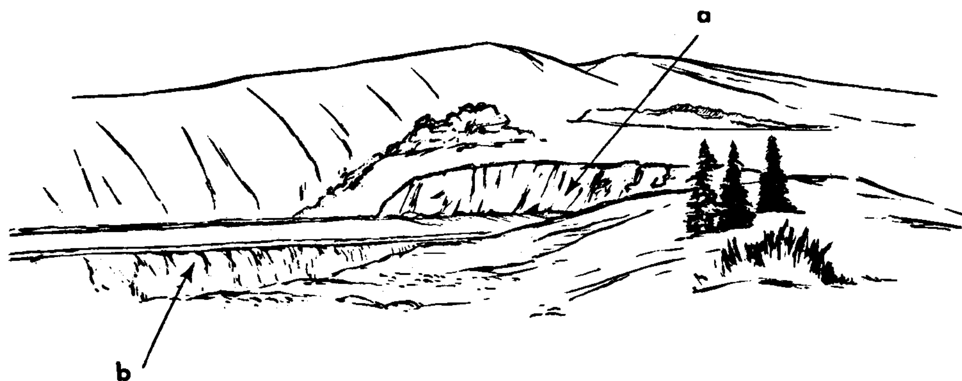


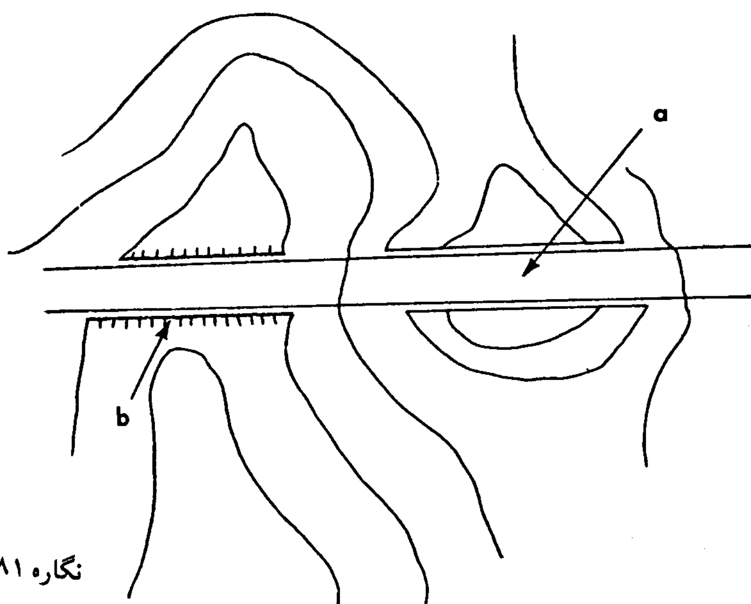
نگاره ۸۰

۵ - هـ) خاکبرداری

Cut and fills

عوارضی هستند که بدست انسان ساخته شده و مسیر جاده و راه‌آهن از روی آن عبور می‌کند. خاکبرداری با عملیات کوهبُری بوجود می‌آید. (a نگاره ۸۱) خاکریز، خلاف خاکبرداری با عملیات خاکریزی و بالا آوردن سطح زمین ایجاد می‌گردد (b نگاره ۸۱)





نگاره ۸۱

۵ - ی) پرتگاه Cliff

پرتگاه یا صخره شیب تندی است که بخط قائم نزدیک بوده و منحنی‌های تراز آن به یکدیگر متصل شده‌اند. در چنین حالتی از عمود نمودن خطهای کوتاهی به منحنی‌های تراز که سر آنها متوجه پای پرتگاه است استفاده می‌شود. (نگاره ۸۲)

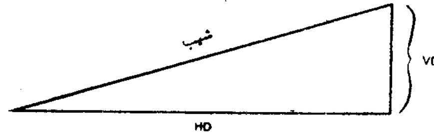


نگاره ۸۲

۶- شیب Slope

میزان سربالائی یا سرازیری زمین را شیب زمین می‌گویند که ممکن است تند و یا ملایم باشد. از آنجائیکه سرعت راهپیمائی و حرکت از یک نقطه به نقطه دیگر به شیب میان آن دو نقطه بستگی دارد از اینرو شناخت شیب زمین و میزان سربالائی یا سرازیری آن اهمیت زیادی دارد و باید به آن توجه گردد.

به طور کلی شیب هر امتداد عبارتست از نسبت فاصله قائم میان دو نقطه (VD) به فاصله افقی میان همان دو نقطه (HD). (نگاره ۸۳)



نگاره ۸۳

فاصله قائم (VD) میان دو نقطه در واقع عبارتست از اختلاف ارتفاع میان آن دو نقطه و مسافت افقی (HD) عبارتست از مسافت میان دو نقطه مزبور که روی سطح افق تصویر شده باشد. باید توجه داشت که فاصله قائم و فاصله افقی هر دو باید از یک واحد بوده و با دقت هرچه تمام‌تر اندازه‌گیری شوند تا شیب امتدادهای مورد نظر با دقت کافی محاسبه گردد.

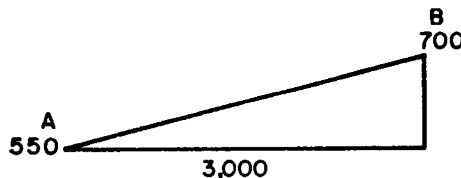
۶-۱) محاسبه شیب

شیب هر امتداد را به یکی از طرق زیر محاسبه می‌کنند.

۶ - ۱ - الف) شیب‌نسبی Gradient

یکی از طرق محاسبه شیب طریقه نسبی است و آن عبارتست از کسری که نسبت اختلاف ارتفاع را به مسافت افقی نمایش دهد، بطوریکه اختلاف ارتفاع در صورت کسر و مسافت افقی مخرج آن را تشکیل دهد. مثلاً اگر اختلاف ارتفاع دو نقطه B,A (نگاره ۸۴) ۱۵۰ متر و مسافت افقی دو نقطه ۳۰۰۰ متر باشد در این صورت شیب نسبی امتداد AB عبارتست از:

$$\frac{VD}{HD}=\frac{۱۵۰}{۳۰۰۰}=\frac{۱}{۲۰}$$



نگاره ۸۴

VD = B — A = 150

HD = 3,000

۶ - ۱ - ب) شیب درصد

یکی از متداولترین روشهای بیان وضعیت شیب یک امتداد، شیب درصد است که عبارت است از تعداد واحدهای فاصله قائم به ازاء هر صد واحد از مسافت افقی. برای محاسبه شیب درصد یک امتداد از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$\text{شیب درصد} = \frac{VD}{HD} \times ۱۰۰$$

مثلاً اگر مطابق نگاره ۸۴ اختلاف ارتفاع دو نقطه A و B برابر ۱۵۰ متر و مسافت افقی دو نقطه ۳۰۰۰ متر باشد در اینصورت شیب درصد امتداد AB عبارتست از:

$$\frac{VD}{HD} \times ۱۰۰ = \frac{۱۵۰}{۳۰۰۰} \times ۱۰۰ = \%۵$$

۶ - ۱ - ج) شیب برحسب درجه

شیب را می‌توان برحسب درجه نیز محاسبه نمود. در این طریقه چون نسبت $\frac{VD}{HD}$ عبارتست از tg زاویه شیب، با استفاده از ماشین حساب مقدار زاویه شیب را می‌توان مستقیماً برحسب درجه و اجزاء آن بدست آورد. ولی اگر زاویه شیب کمتر از ۲۰ درجه باشد و بخواهیم مقدار آن را بطور تقریب بدست آوریم از فرمول زیر می‌توان استفاده نمود.

$$\text{شیب برحسب درجه} = \frac{VD \times ۵۷/۳}{HD}$$

مثلاً اگر مطابق نگاره ۸۴ اختلاف ارتفاع دو نقطه A و B برابر ۱۵۰ متر و مسافت افقی آن دو نقطه ۳۰۰۰ متر باشد در اینصورت شیب امتداد AB برحسب درجه عبارتست از:

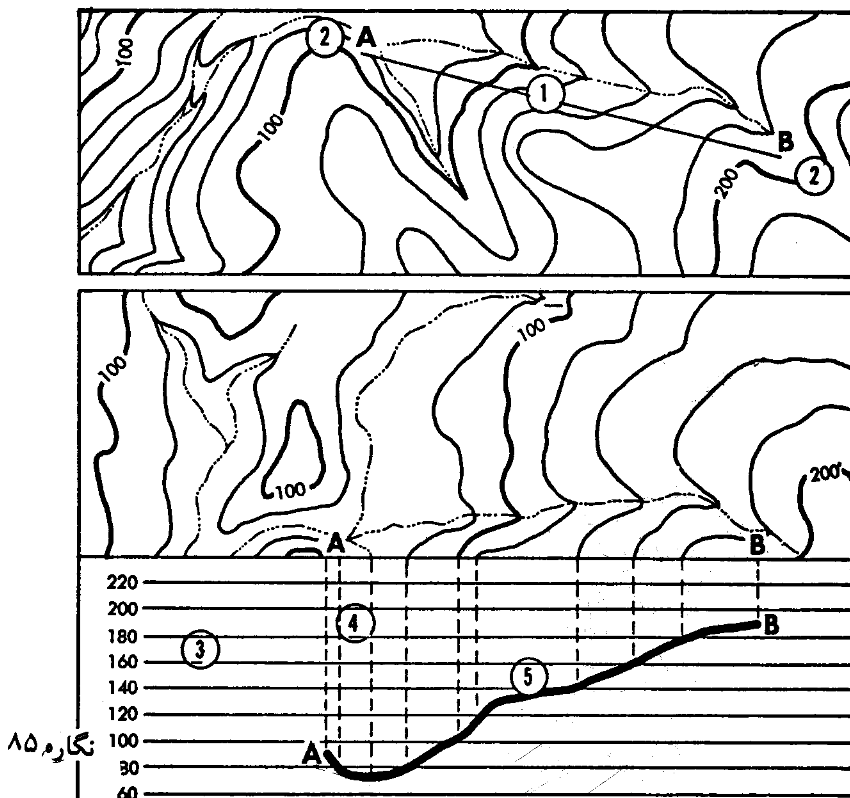
$$\frac{VD}{HD} \times ۵۷/۳ = \frac{۸۵۹۵}{۳۰۰۰} = \text{تقریباً } ۳^{\circ}$$

۷ - نیمرخ Profile

نیمرخ یا پروفیل عبارتست از فصل مشترک صفحه قائم و سطح زمین. بعبارت ساده‌تر اگر صفحه قائمی در امتدادی مانند AB، سطح زمین را قطع نماید شکل حاصله از برخورد صفحه و سطح زمین را نیمرخ یا پروفیل زمین در امتداد AB می‌نامند. نیمرخ برای بررسی شکل زمین تهیه می‌گردد، و موارد استفاده از آن بسیار است.

برای تهیه نیمرخ یا پروفیل از روی نقشه‌هائی که برجستگی‌های آن را با منحنی‌های تراز نمایش داده‌اند بشرح زیر عمل می‌شود:

الف) امتدادی را که نیمرخ آن مورد نظر است روی نقشه رسم کنید، به این امتداد خط نیمرخ می‌گویند. (مانند خط نیمرخ AB در نگاره ۸۵)



نگاره ۸۵

ب) بلندترین و پست‌ترین منحنی ترازی که خط نیمرخ را قطع می‌کند مشخص سازید.

پ) کاغذ سفیدی را انتخاب کرده و روی آن خطوط موازی افقی رسم کنید و برای هر خط رقمی متناسب با ارتفاع منحنی‌های ترازی که خط نیمرخ را قطع نموده است انتخاب نمائید. (فاصله این خطوط در واقع برابر با فاصله منحنی‌های تراز است که قاعدتاً در حاشیه نقشه ذکر گردیده است). برای اینکه نیمرخ، خود را بهتر نشان دهد بهتر است مقیاس ارتفاعی یا فاصله میان خطوط را نسبت به مقیاس افقی ۳ تا ۱۰ برابر بزرگتر انتخاب نمود.

ت) کاغذ را بموازات یکی از خطوط افقی رسم شده تا بزنید و آنرا در کنار خط نیمرخ قرار

دهید.

ث) از هر یک از نقاطی که براثر برخورد خط نیمرخ با منحنی‌های تراز بدست آمده است عمودی بر خط هم ارتفاع آن منحنی وارد سازید.

ج) ارتفاع دو سرخط نیمرخ را (در صورتیکه روی منحنی‌های تراز واقع نشده باشند) به همان ترتیبی که در قسمت هـ ـ ۱) شماره ۵-۱ همین بخش شرح داده شده است تعیین کنید و موقعیت آنها را نیز بهمان شیوه‌ای که در بالا شرح داده شد روی کاغذ رسم نمائید.

چ) نقاطی را که به ترتیب بالا روی کاغذ رسم شده‌اند بوسیله یک خط تقریباً منحنی بهم وصل نمائید تا نیمرخ امتداد مورد نظر بدست آید.

همانطوریکه در بالا نیز شرح داده شد، برای آنکه نیمرخ با وضع مشخص‌تری خود را نمایش دهد بهتر است مقیاس ارتفاعی را نسبت به مقیاس افقی ۳ تا ۱۰ برابر بزرگتر انتخاب نمود. مثلاً اگر مقیاس نقشه‌ای ۱:۵۰۰۰۰ باشد مقیاس ارتفاعی را باید ۱:۱۰۰۰۰ انتخاب نمود. (امروزه از کاغذهای میلیمتری جهت رسم پروفیل استفاده می‌شود).

۷-۱) نیمرخ تعجیلی Hasty Profile

گاهی اوقات بدلیل عجله و کمی وقت که تهیه نیمرخ کامل میسر نباشد، می‌توان ازاین شیوه که به آن طریقه تعجیلی می‌گویند استفاده نمود. دراین طریقه فقط به رسم بلندترین و کوتاهترین نقاط و همچنین قله‌ها و دره‌هائی که در امتداد خط نیمرخ قرار گرفته‌اند استفاده می‌گردد. (نگاره ۸۶)

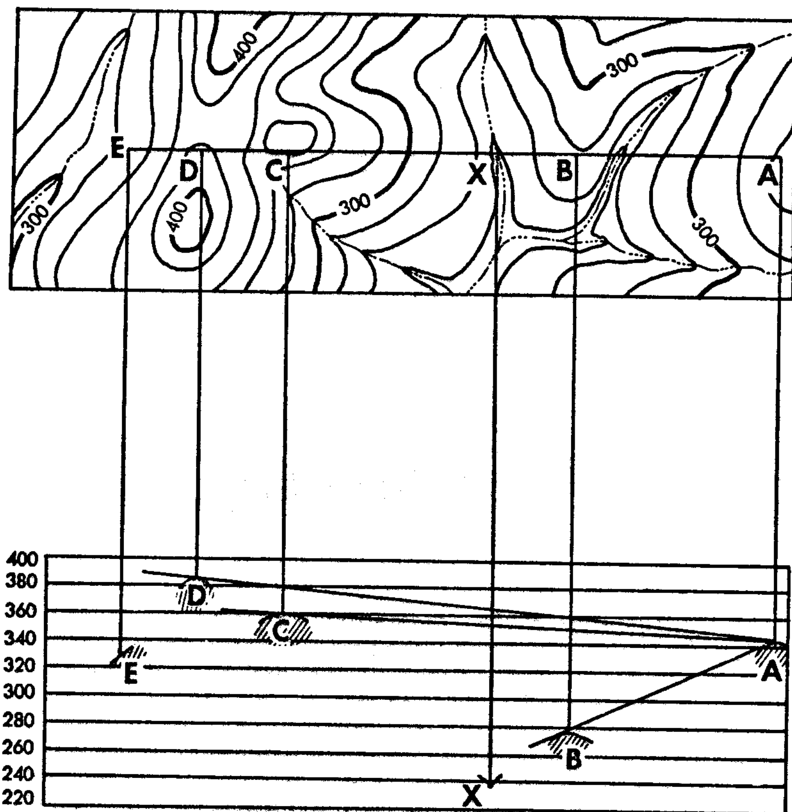
۷-۲) مورد استعمال نیمرخ

الف) مشخص نمودن مناطق آشکار (مرئی) و نهان (مخفی). (نگاره‌های ۸۷ و ۸۸)

ب) طرح‌ریزی‌های راهسازی و ساختمان

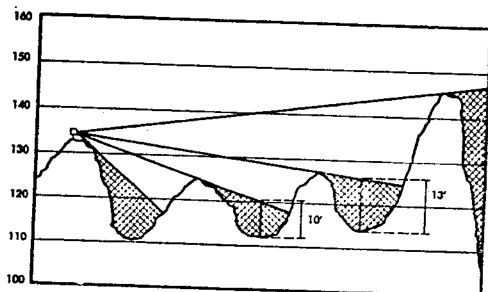
پ) طرح‌ریزی‌های لوله‌کشی و آبرسانی

ت) بررسی حرکات و تغییرات پوسته زمین.



400
300
400
300
300
300
E
D
C
X
B
A
400
380
360
340
320
300
280
260
240
220
D
C
E
A
B
X

نگاره ۸۶



نگاره ۸۷

نگاره ۸۸

۸- طرق دیگر نمایش برجستگیها و پستیها

علاوه بر منحنی‌های تراز، طرق دیگری نیز برای نمایش ارتفاعات و برجستگیها وجود دارد که به ذکر پاره‌ای از آنها بشرح زیر می‌پردازیم.

۸-۱) رنگ‌آمیزی
Layer tinting

یکی از شیوه‌های نمایش ارتفاعات روش رنگ‌آمیزی است. در این روش ازرنگهای گوناگون برای نمایش طبقات مختلف ارتفاعی استفاده می‌شود.

البته این طریقه برای نمایش برجستگی‌ها دارای دقت چندانی نبوده و فقط حسن آن در این است که تشخیص حدود ارتفاعی نقاط و مناطق مختلف را به آسانی و سادگی امکان‌پذیر می‌سازد.

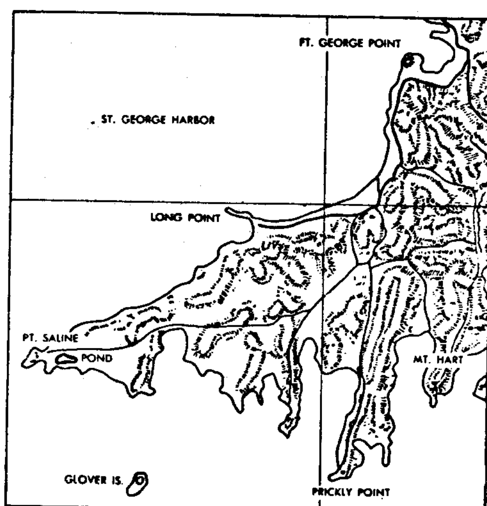
۸ - ۲) سایه‌زنی
Relief shading

در این طریقه ارتفاعات را بوسیله سایه‌زنی، برجسته و مشخص می‌سازند. در پاره‌ای نقشه‌ها از منحنی‌های تراز و سایه‌زنی تواماً استفاده می‌شود و ارتفاعات را به نحو بارز و مشخص‌تری نمایان می‌سازند.

۸ - ۳) هاشور
Hachures

هاشور خطوط کوتاهی است که برای نمایش برجستگی ها در پاره‌ای نقشه‌های قدیمی استفاده می‌شده است. این طریقه فاقد دقت کافی بوده و فقط شکل کلی زمین را نمایش می‌دهد. در حال حاضر از این طریقه بیشتر در نقشه‌های با مقیاس کوچک استفاده می‌شود (نگاره ۸۹)

نگاره ۸۹



۸ - ۴) کروکی ارتفاعی

Formeline

کروکی‌های ارتفاعی در واقع منحنی‌های ترازی هستند که بطور تقریب رسم شده و هدف فقط نمایش تقریبی و کلی ارتفاعات است. در این طریقه ضرورتی ندارد که نقاط هم ارتفاع بهم متصل گردند و یا از سطحی بعنوان سطح مبنای ارتفاعات استفاده شود، بهمین جهت منحنی‌ها فاقد رقم ارتفاعی هستند. کروکی ارتفاعی بیشتر در تهیه کروکی‌ها مورد استفاده دارد.

فصل ۷

رونگاشت

Overlay

مقدمه

رونگاشت، کالک یا پوسته شفافی است که هم مقیاس با نقشه و یا عکس هوائی تهیه گردیده و برای نمایش اطلاعات و یا فعالیت‌های ویژه بکار می‌رود. چنانچه براثر تغییرات متوالی (مانند جابجائی عوارض متحرک) نمایش مستقیم آنها روی بدنه نقشه یا عکس هوائی میسر نباشد از شیوه رونگاری استفاده شده و اطلاعات مورد نظر را هم مقیاس با نقشه یا عکس هوائی منطقه روی پوسته‌های شفافی رسم کرده و از اصل نقشه و یا عکس هوائی که در زیر پوسته قرار دارد بعنوان بدنه کار استفاده می‌گردد.

۱ - کاربرد رونگاشت

همانطوریکه گفته شد از رونگاشت برای نمایش عملیاتهای مختلف مانند نشان دادن موقعیت و محل استقرار و یا نمایش شبکه‌های ارتباطی و بسیاری از اعمال مهندسی و مانند آن استفاده گردیده و بصورت پیوست دستورهای لازم، به گروهها ارسال می‌گردد تا جزئیات کار را کاملاً روشن نموده و بویژه آن قبیل مسائلی را که تشریح آنها مشکل می‌باشد به آسانی قابل تفهیم نمایند.

۲- تهیه رونگاشت

۲-۱) رونگاری نقشه

تهیه رونگاشت از نقشه دارای سه مرحله بشرح زیر است:

الف) توجیه رونگاشت

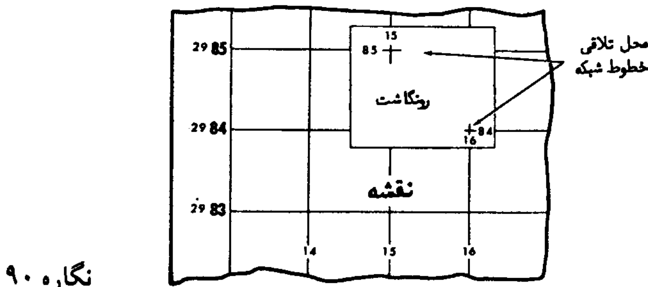
ب) رسم جزئیات

ج) اطلاعات حاشیه‌ای رونگاشت

الف) توجیه رونگاشت Orientation of the overlay material

برای این منظور نخست کاغذ شفافی از جنس کاغذهای کالک یا کاغذهای پلاستیکی مانند تیاتکس و امثال آن را روی نقشه منطقه مورد نظر قرار دهید و در صورت ضرورت آن را با نوار چسب روی نقشه بچسبانید. سپس محل تلاقی شبکه‌های واقع در دو گوشه مقابل را روی کاغذ شفاف بشکل نشانه‌هائی بصورت + علامت بزنید و ارقام مربوط به مختصات آنها را روی آن بنویسید.

حسن این نشانه‌ها در این است که قرار دادن مجدد کاغذ شفاف را برروی نقشه با دقت کافی امکان‌پذیر ساخته و استفاده کنندگان را به پیدا کردن محل آن در روی نقشه یاری خواهد کرد. (نگاره ۹۰)



نگاره ۹۰

ب) رسم جزئیات

برای رسم عوارض و جزئیات مورد نظر از مدادهای رنگی و یا مدادهای شمعی و

ماژیک و امثال آن استفاده کنید و برای نمایش موقعیت‌ها و یا هر گونه اطلاعات دیگر، علائم قراردادی و یا نشانه‌های ویژه را بکاربرید.

چنانچه برای نمایش عارضه خاصی و یا فعالیت مخصوصی استفاده از نشانه‌های ویژه میسر نباشد و ناگزیر از بکاربردن علامت خاصی باشید علامت مذکور را در حاشیه رونگاشت نمایش دهید و منظور از آن را نیز در حاشیه نقشه تشریح نمائید.

چنانچه اوضاع و احوال و شرایط کار ایجاد نماید، بهتر است نخست موقعیت اطلاعات مورد نظر را قبلاً با مداد روی بدنه نقشه رسم نمائید و سپس آن را با دقت کافی برروی کاغذ شفاف منتقل سازید.

از آنجائیکه رونگاشت به دستور کار، پیوست خواهد گردید و استفاده‌کنندگان نیز آنرا روی نقشه‌هائی از همان گونه قرار خواهند داد لذا از رسم عوارضی که در اصل نقشه موجود است خودداری کنید و رونگاشت را فقط به آن قبیل اطلاعات و موضوعهائی که مورد نیاز عملیات است منحصر نمائید.

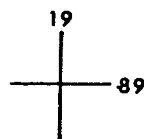
چنانچه به عوارضی که در بدنه نقشه موجود نباشد (مانند راهها و یا تأسیساتی که تازه ساخته شده باشد) و یا مثلاً پلی که بر اثر سیل تخریب گردیده است و امثال آن برخورد نمائید، آنها را با توجه به موقعیتشان با دقت هر چه بیشتر و ممکن‌تر روی کاغذ شفاف رسم کنید و آنها را با علائم و نشانه‌های توپوگرافی (نقشه‌برداری) مشخص نمائید.

اگر کاغذی را که برای تهیه رونگاشت بکار برده‌اید به اندازه کافی شفاف نباشد و در نتیجه تشخیص عوارض متن نقشه اصلی به آسانی میسر نباشد، گاهی کاغذ شفاف را از روی نقشه بردارید و با گذاردن مجدد آن روی نقشه از توجیه بودن، نسبت به عوارض نقشه اصلی اطمینان حاصل نمائید.

پ) اطلاعات حاشیه‌ای رونگاشت

پس از اینکه کلیه اطلاعات مورد نیاز روی کاغذ شفاف رسم گردید و بعبارت دیگر بدنه اصلی رونگاشت تهیه شد، از اطلاعات و توضیحات زیرین که بر وضوح هرچه بیشتر رونگاشت و

سهولت در کاربرد آن کمک می‌کند استفاده کرده و آنها را در گوشه پائین و سمت راست رونگاشت یادداشت می‌نمایند. (نگاره ۹۱)

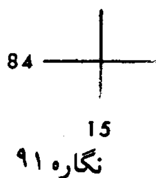


شاهراه شماره ۵

رودخانه

1.

عنوان ــ موقعیت میدان
مشخصات نقشه :
نام نقشه
شماره نقشه
شماره سری نقشه
مقیاس نقشه
تهیه کننده :
نام
سازمان
تاریخ
تاریخ وزمان جمع‌آوری اطلاعات



نگاره ۹۱

پ - ۱) عنوان و منظور

عنوان رونگاشت استفاده کننده را در منظور از تهیه رونگاشت کمک نموده و هدف از آن را مشخص می‌سازد.

پ - ۲) زمان و تاریخ

در تهیه رونگاشت باید از آخرین اطلاعات قابل دسترسی استفاده کرد و رونگاشت را هر چه بیشتر تکمیل نمود. بدیهی است رونگاشتی که علاوه بر دارا بودن آخرین اطلاعات بتواند بموقع در اختیار کاربران و طراحان عملیاتی قرار گیرد ارزش فوق‌العاده‌ای داشته و نقش بسیار موثر و ارزنده‌ای را در عملیات عهده‌دار خواهد بود.

پ - ۳) مشخصات نقشه

نام، شماره برگ، شماره سری و همچنین مقیاس نقشه‌ای که در زیر رونگاشت قرار داده خواهد شد باید در حاشیه رونگاشت قید گردد تا استفاده کنندگان را دریافتن نقشه مورد نظر یاری نموده و جدا ساختن آن را از میان سایر نقشه‌ها امکان‌پذیر سازد.

پ - ۴) مشخصات تهیه کننده

نام سازمان تهیه کننده رونگاشت و همچنین تاریخ و زمان تهیه آن نیز باید در حاشیه رونگاشت ذکر گردد تا استفاده کننده را در تشخیص قدمت رونگاشت یاری نماید.

پ - ۵) نشانه‌های راهنما

از نشانه‌های راهنما یا علائم قرار دادی زمانی باید استفاده نمود که در تهیه رونگاشت از علائم و نشانه‌های مصوبه و یا استاندارد بهره‌گیری نشده باشد، در چنین مواردی باید در وضوح و روشنی نشانه‌ها حداکثر کوشش را بعمل آورد تا مورد ابهامی برای استفاده کننده رونگاشت باقی نماند.

پ - ۶) اطلاعات و توضیحات اضافی

چنانچه علاوه بر اطلاعات بالا، ذکر توضیحات دیگر نیز ضروری باشد، باید ضمن رعایت اصل مختصر و مفید به آنها نیز اشاره کرده و از ذکر توضیحات غیرضروری خودداری نمائیم.

۲-۲) رونگاری عکسهای هوائی

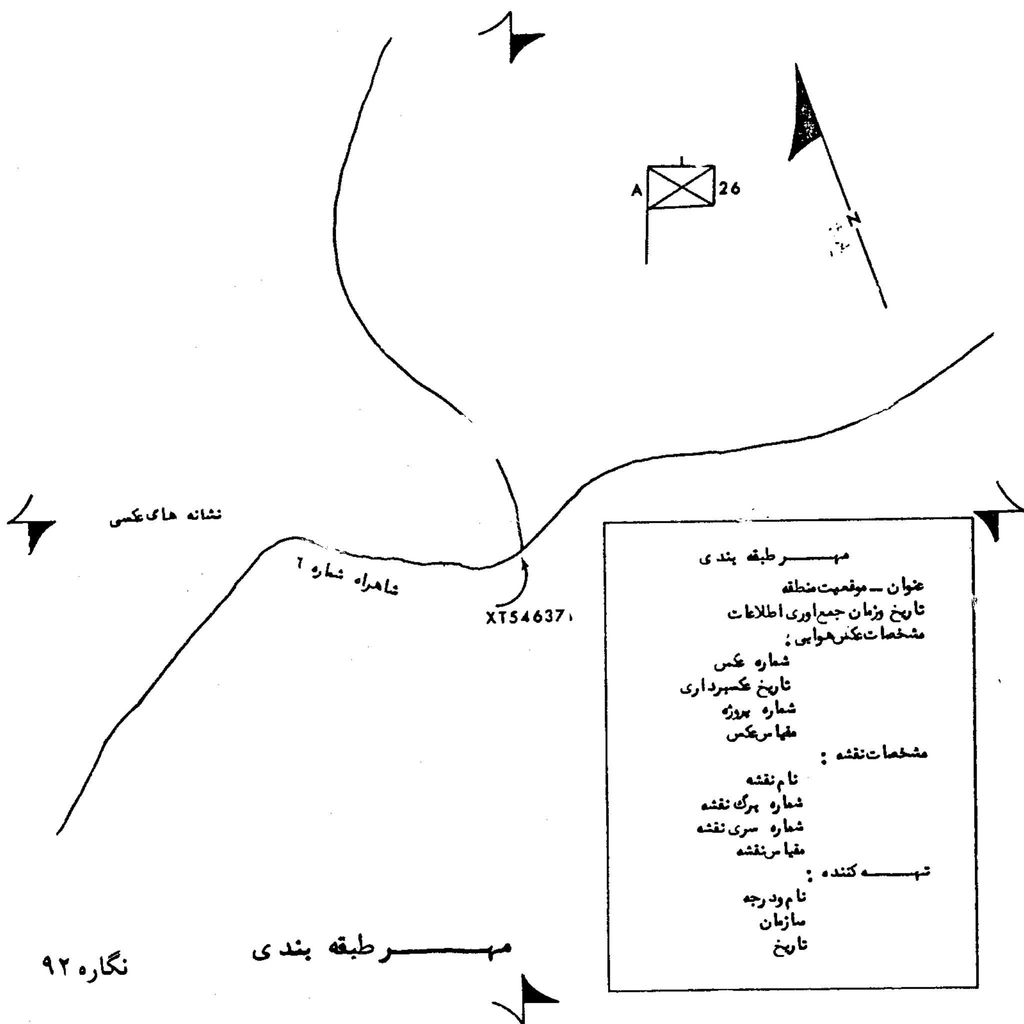
تهیه رونگاشت عکسهای هوائی نیز با تفاوتهای مختصری در واقع به همان نحوی است که در تهیه رونگاشت نقشه توضیح داده شد (نگاره ۹۲). مراحل تهیه رونگاشت عکسهای هوائی بشرح زیر است:

الف) توجیه رونگاشت عکسهای هوائی

چون معمولاً عکسهای هوائی فاقد شبکه‌بندی هستند از این رو به جای رسم محل تلاقی شبکه‌بندیها از موقعیت نشانه‌های مخصوص حاشیه عکس که به آنها (Fiducial Marks) می‌گویند استفاده می‌شود و برای اینکه عوامل صحرائی درکاربرد رونگاشت وگذاردن آن روی عکسهای هوائی دچار اشتباه نگردند، محلی راکه اطلاعات حاشیه‌ای عکسهای هوائی چاپ شده است روی رونگاشت مشخص می‌سازند تا عوامل صحرائی رونگاشت را بطور صحیح روی عکس هوائی مربوط بخود قرار دهند. (نگاره ۹۲)

ب) اطلاعات حاشیه‌ای رونگاشت عکس هوائی

در حاشیه رونگاشت عکسهای هوائی باید اطلاعات زیر نوشته شود:



نگاره ۹۲

ب - ۱) علامت جهت شمال

برای رسم جهت شمال دو راه وجود دارد. یکی بوسیله مقایسه عکس و نقشه و در نتیجه بدست آوردن جهت شمال عکس (این موضوع در مبحث عکسهای هوائی شرح داده شده است) و دیگری توجیه عکس بوسیله عمل انطباق و در امتداد قرار دادن عوارض مشابه عکس و طبیعت و استفاده از قطب‌نما برای بدست آوردن جهت شمال.

ب - ۲) عنوان و منظور

عنوان رونگاشت استفاده کننده را از اینکه رونگاری عکس به چه دلیل و منظوری انجام شده آگاه می‌سازد.

ب - ۳) زمان و تاریخ

به همان ترتیبی که درباره رونگاری نقشه توضیح داده شد، زمان و تاریخ تکمیل و نمایش اطلاعات رونگاشت باید به روشنی شرح داده شود.

ب - ۴) مشخصات عکس هوائی

مشخصات عکس که شامل شماره عکس، شماره مأموریت و شماره نوار عکسبرداری است باید در حاشیه رونگاشت نوشته شود.

ب - ۵) مقیاس عکس هوائی

برای این منظور نخست باید مقیاس عکس هوائی محاسبه شود و سپس مقیاس رونگاشت از آن اقتباس گردد. (برای محاسبه مقیاس عکسهای هوائی به بخش عکسهای هوائی مراجعه شود).

ب - ۶) مشخصات نقشه

برای اینکه منطقه پوشش عکسی روی نقشه مشخص و معلوم باشد لازم است نقشه مربوط به عکس هوائی با ذکر نام نقشه، شماره برگ و شماره سری و مقیاس نقشه مشخص شود تا در صورت ضرورت مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

ب - ۷) مشخصات تهیه کننده

نام سازمان یا محل تهیه باید در حاشیه رونگاشت نوشته شود و همچنین به تاریخ تهیه

رونگاشت نیز اشاره گردد.

ب - ۸) نشانه‌های راهنما

همان طوری که در مورد رونگاشت‌های نقشه نیز توضیح داده شد، شرح لازم درباره علائم و نشانه‌های غیرمصوبه و ناشناس یا غیراستانداردی که احتمالاً در تهیه رونگاشت بکار رفته است باید در حاشیه نقشه نوشته شود تا از هر گونه اشتباه جلوگیری گردد.

ب - ۹) اطلاعات و توضیحات اضافی

چنانچه علاوه بر اطلاعات بالا توضیحات دیگری نیز ضروری باشد باید ضمن رعایت اصل مختصر و مفید بشرح کوتاهی اکتفا شود و از ذکر توضیحات غیرضروری و زاید خودداری گردد.

فصل ۸

عکسهای هوایی

AERIAL PHOTOGRAPHS

مقدمه

عکسهای هوائی عکسهائی هستند که توسط وسایل نقلیه هوائی مانند هواپیما، هلیکوپتر، بالون، موشک و ماهواره‌ها و امثال آن از سطح زمین برداشته شده‌اند.

عکسهای هوائی کاربرد نظامی و علمی و فنی بسیار گسترده‌ای دارند. چون نقشه‌های توپوگرافی غالباً فاقد اطلاعات روز هستند از این رو عکسهای هوائی که به تازگی از منطقه عملیات برداشته شده باشند می‌توانند بعنوان مکمل بسیار ارزنده‌ای برای نقشه محسوب شده و آن قبیل اطلاعاتی را که نقشه فاقد آن است در اختیار استفاده کننده قرار دهد. بهمین مناسبت در امور نظامی و یا هرگونه اقدام دیگری مانند کارهای آبادانی، نقشه و عکس را باید بطور توام بکاربرد و از یکی بعنوان مکمل دیگری استفاده کرد و حتی‌المقدور از بکاربستن یکی از آنها به تنهائی خودداری نمود.

۱ - مقایسه عکس و نقشه Comparision with maps

عکسهای هوائی در مقایسه بانقشه دارای محاسن و معایب زیر هستند:

۱-۱) محاسن عکسهای هوائی Advantage over a map

الف) جزئیاتی که در عکسهای هوائی دیده می‌شود در نقشه وجود ندارد.

ب) عوارض را با شکل و اقعی‌شان نمایان می‌سازد و مانند نقشه نیازی به استفاده از نشانه‌های راهنما (Map symbols) نیست.

ج) عکسهای هوائی را میتوان یکی دو ساعت پس از پرواز مورد استفاده قرار داد. از این رو عکس حاوی اطلاعات روز بوده ولی اطلاعات نقشه به حداقل چندسال یا چندماه پیش تعلق دارد.

د) قابل تهیه از مناطق غیرقابل دسترسی است.

هـ) با عکسبرداری‌های متوالی (مثلاً روزانه) می‌توان به تغییرات و جابجائی‌ها پی برد.

و) امکان برجسته بینی و سه‌بعدی دیدن عکسهای هوائی وجود دارد.

۱-۲) معایب عکسهای هوایی Disadvantage as compared to a map

الف) بعضی از عوارض ممکن است بوسیله عوارض بزرگتری پوشیده و از نظر پنهان گردند مانند جوی آب و یا ساختمان در داخل جنگلهای انبوه.

ب) تقریبی بودن موقعیت نقاط و همچنین مقیاس عکس.

ج) تشخیص ارتفاعات و پستی و بلندی‌ها بدون استفاده از دستگاههای مخصوص برجسته‌بینی میسر نیست.

د) فاقد اطلاعات حاشیه‌ای مشابه در نقشه هستند.

هـ) استفاده کنندگان از عکسهای هوائی نیازمند آموزشهای مخصوصی هستند.

و) بدلیل کم بودن اختلاف رنگ عوارض، تشخیص آنها در نور ضعیف با مشکلات زیادی توام است.

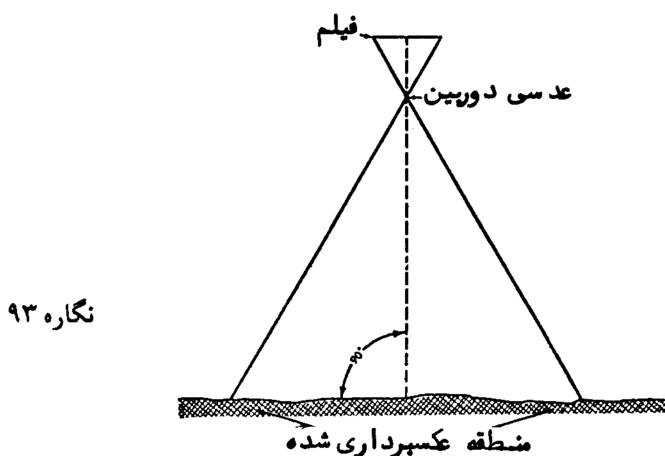
ن) وجود اطلاعات بیشتر از حد نیاز استفاده کننده، باعث ابهام می‌گردد.

۲- انواع عکسهای هوایی
Types of photographs

عکسهای هوائی به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

۲ - الف) عکسهای قائم
Vertical photographs

عکسهای قائم عکسهائی هستند که محور اپتیک دوربین عکاسی در لحظهٔ عکسبرداری بر سطح زمین عمود باشد (حداکثر تا ۵ درجه خارج از امتداد قائم را عکس قائم در نظر می‌گیرند). (نگاره ۹۳)



نگاره ۹۳

عکسهای هوائی قائم که بیشتر در امور تهیه و بازنگری نقشه و شناسائی بکاربرده می‌شوند دارای مشخصات زیر هستند.

۱) امتداد محور عدسی دوربین بر سطح زمین عمود است.

۲) منطقه‌ای که بوسیله این نوع عکس پوشیده می‌شود نسبت به دیگر عکسها کوچک است.

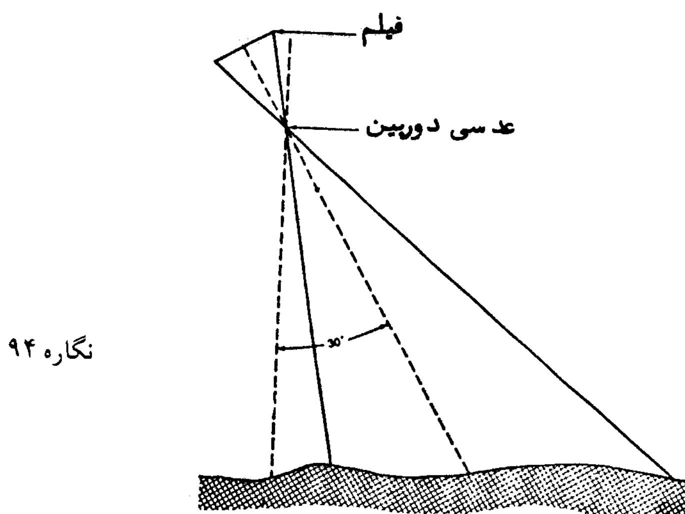
۳) منطقه‌ای که بوسیله عکس قائم پوشیده می‌شود به شکل مربع یا مربع مستطیل است.

۴) مشخصات و مسافت‌های روی عکس قائمی که از مناطق مسطح و همواربرداشته شوند از نظر دقت تقریباً قابل مقایسه با نقشه است. (در صورتیکه مقیاس معلوم عکس معلوم باشد)

۵) ارتفاعات و برجستگی‌های روی این عکس به آسانی قابل تشخیص نیست.

۲ - ب) عکسهای کمی مایل
Low oblique photographs

این گونه عکسها در حالتی.برداشته شده‌اند که محور عدسی (محور اپتیک) دوربین نسبت به خط قائم دارای زاویه‌ای حدود ۳۰ درجه باشد و یا بعبارت دیگر زاویه میل محور اپتیک آنقدر باشد که افق در عکس دیده نشود. (نگاره ۹۴)



نگاره ۹۴

این عکسها که بیشتر برای شناسائی‌های پیش از اجرای طرح و بررسی وضع زمین بکار می‌روند دارای مشخصات زیر هستند:

۱) منطقه‌ای که بوسیله این عکسها پوشیده می‌شود وسیعتر از منطقه مربوط به عسکهای قائم است.

۲) منطقه عکاسی شده بصورت ذوزنقه بوده حال آنکه شکل ظاهری عکس بصورت مربع یا مربع مستطیل است.

۳) شکل عوارض تصویر شده به شکل منظری آنها نزدیک است.

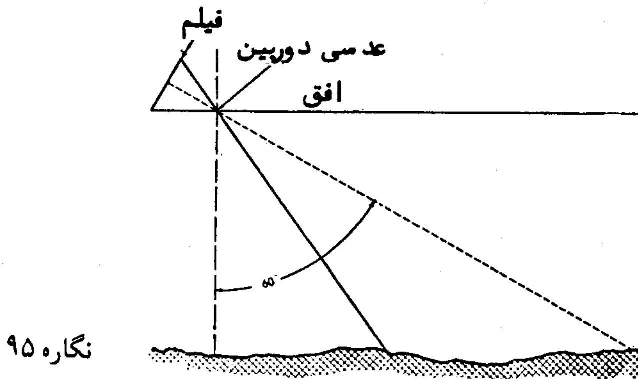
۴) مقیاس عکس در تمام نقاط یکسان نیست و مسافت‌های روی آن قابل اندازه‌گیری نمی‌باشد همچنین خطوط موازی بصورت خطوط متقارب تصویر می‌گردند.

۵) ارتفاعات و برجستگیها نسبتاً قابل تشخیص بوده ولی بشکل حقیقی نیستند.

۶) در این عکسها افق دیده نمی‌شود.

۲ - پ) عکسهای خیلی مایل High oblique photographs

عکسهای خیلی مایل عکسهائی هستند که محور عدسی (اپتیک) دوربین در لحظه عکسبرداری نسبت به خط قائم دارای زاویه‌ای حدود ۶۰ درجه باشد. (نگاره ۹۵)



نگاره ۹۵

این عکسها اغلب در تهیه نقشه‌های ناوبری هوائی استفاده می‌شوند. مشخصات عکسهای خیلی مایل بشرح زیر است:

۱) این عکسها منطقه بسیار وسیعی را می‌پوشانند.

۲) منطقه عکاسی شده بصورت ذوزنقه بوده حال آنکه شکل ظاهری عکس بصورت مربع یا مربع مستطیل است.

۳) عوارض نزدیک دارای تصویر منظری واضح و عوارض دور دارای تصویر مبهمی هستند.

۴) مقیاس عکس در تمام نقاط یکسان نیست و مسافتهای روی آن قابل اندازه‌گیری نمی‌باشد و همچنین خطوط موازی طبیعت بصورت خطوط متقارب تصویر می‌گردند.

۵) ارتفاعات و برجستگی‌ها قابل تشخیص بوده ولی نه بشکل حقیقی.

۶) افق در این عکسها دیده می‌شود.

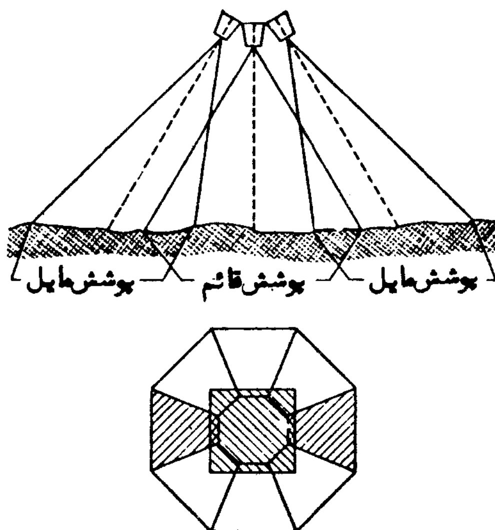
۲ - ت) عکسهای مرکب
Multiple lens photographs

عکسهای مرکب بوسیله دوربین‌هائی که دارای یک عدسی قائم و دو یا چهاریا شش و یا هشت عدسی مایل هستند برداشته می‌شوند. بعبارت دیگر این گـونه عکسهـا تـرکیبی از یک عکس قائم در وسط و دو یا چهار یا شش و یا هشت (و مانند آن) عکس مایل یا خیلی مـایل هستند که اطراف عکس قائم قرار گرفته‌اند. (نگاره ۹۶)

نوعی از این عکسها راکه با یک عدسی قائم در وسط و دو عدسی مایل یا خیلی مایل دردو طرف برداشته شده‌اند عکسهای (Trimetrogon) می‌گویند. این عکس‌ها زمانی استفاده می‌شوند که پوشش وسیعی از منطقه عملیات در مدت کوتاهی موردنظر باشد.

۲ - ث) عکسهای پانورامیک
Panoramic photographs

پیشرفت علم و توسعه روزافزون فن عکسبرداری هوائی باعث گردیده است تا عکسهای پانورامیک که از نظر شناسائی‌ها فوق‌العاده درخور اهمیت هستند بوجود آیند.

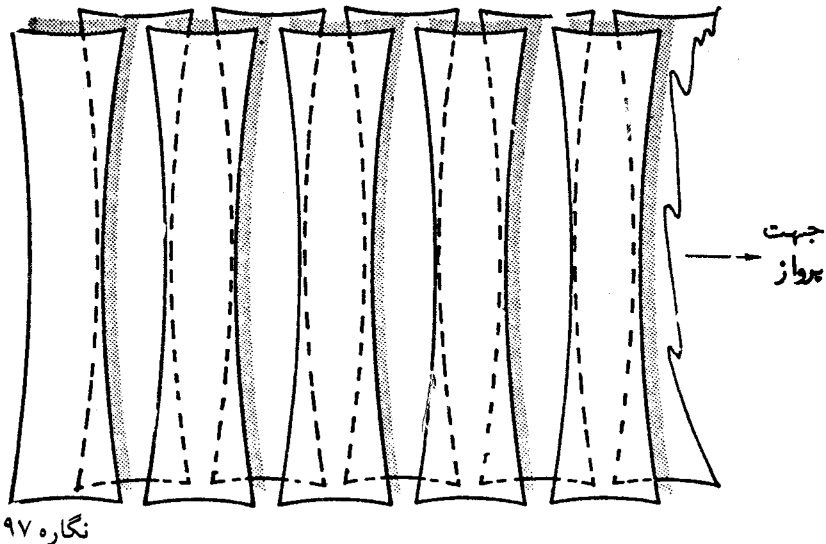


نگاره ۹۶

در تهیه این عکسها که منطقه فوق‌العاده وسیعی را می‌پوشانند سعی بـر ایـن است کـه قدرت تشخیص (Resolving power) عدسی‌ها را باندازه‌ای بالا برند که حتی از ارتفاع بسیـار

زیاد نیز عوارض بخوبی تصویر و قابل تشخیص باشند.

این عکسها بطریقه جارو کردن (Scanning) برداشته می‌شوند و دوربین عکسبرداری عمل عکاسی را توام با حرکات گهواره‌ای انجام می‌دهد. (نگاره ۹۷)



نگاره ۹۷

۳- انواع فیلمهای عکاسی — Types of films

فیلم عکسهای هوائی انواع مختلفی دارد که معمول‌ترین آنها بشرح زیر است:

۳ - الف) فیلم پانکروماتیک — Panchromatic films

این فیلمها معمولی‌ترین نوع فیلم عکسبرداری بوده و در واقع از همان نوع فیلمهائی است که در دوربین‌های عکاسی دستی بکار برده می‌شود.

۳ - ب) فیلمهای مادون‌قرمز — Infrared films

این فیلمها که از نوع فیلمهای سفید و سیاه می‌باشند نسبت به امواج نورانی مادون قرمز حساسیت داشته و بیشتر برای عکسبرداری در شب از مناطقی که احتمال تشعشع امواج مادون

قرمز وجود داشته باشد بکار می‌رود. از این نوع فیلمها برای مشاهدهٔ وسایل و دستگاههائی که استتار شده باشند نیز استفاده می‌شود.

۳ - پ) فیلمهای رنگی Color films

این فیلمها در واقع از نوع همان فیلمهای رنگی و معمولی است که بدلیل طولانی بودن عملیات آزمایشگاهی و همچنین هزینه زیاد، کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳ - ث) فیلمهای اکتشافی Camuflag detection film

در این فیلمها که بیشتر در امور کشاورزی و اکتشاف بکار می‌روند روئیدنیها برنگ مایل به قرمز و اشیاء و وسایل دست ساز برنگ مایل به آبی و یا مایل به ارغوانی ظاهر می‌گردند.

۴- اطلاعات حاشیه‌ای عکسهای هوایی Marginal information

معمولاً در حاشیه عکسهای هوائی اطلاعات زیر ثبت می‌گردد:

الف) شماره عکس

ب) تاریخ و ساعت عکسبرداری

پ) نوع عکس از نظر قائم و یا مایل بودن (عکسهای قائم معمولاً با حروف .V.V مشخص می‌گردند)

ت) نام سازمان برداشت کننده

ث) فاصله کانونی دوربین عکسبرداری

ج) شماره پروژه

چ) وضعیت دوربین عکسبرداری از نظر افقی بودن

ح) ارتفاع پرواز

خ) مختصات جغرافیایی

د) نوع عدسی دوربین و شماره‌سری آن

ذ) نوع فیلتری که برای عکاسی بکار برده شده است

ر) نام منطقه.

۵- مقیاس عکسهای هوایی   Scale of aerial photographs

پیدا کردن مقیاس عکس یکی از مهمترین مراحل استفاده از عکسهای هوائی است.

همانطوریکه در تعریف مقیاس دیدیم (بخش چهارم تعریف مقیاس) در عکسهای هوائی نیز نسبت میان ابعاد عکاسی شده به ابعاد مشابه در طبیعت را مقیاس عکس می‌گویند. برای بدست آوردن مقیاس عکسهای قائم بدو طریق بشرح زیر عمل می‌شود:

۵ - الف) روش محاسباتی   Comparision Method

اگر فاصله میان دو نقطه روی عکس قائم و فاصله میان همان دو نقطه را در طبیعت اندازه گرفته و آنها را نسبت به یکدیگر بسنجیم مقیاس عکس قائم مطابق فرمول زیر بدست می‌آید:

$$S = \frac{PD}{GD}$$

که در فرمول بالا S مقیاس عکس، PD فاصله روی عکس (Photo Distance) و GD فاصله روی طبیعت یا زمین (Ground Distance) است. (باید توجه داشت که هر دو فاصله برحسب یک واحد باشند).

اگر از منطقه عکسبرداری شده قبلاً نقشه‌ای تهیه شده باشد می‌توان بجای اندازه‌گیری فاصله در طبیعت یا در روی زمین از فاصله‌ای که از روی نقشه بدست می‌آید نیز استفاده نمود. معمولاً برای تعیین مقیاس عکس باید ابعاد قسمت میانی عکس را مورد سنجش قرار داد زیرا بدلیل مرکزی بودن تصویر، مقیاس ابعاد نزدیک حاشیه با مقیاس ابعاد قسمت میانی عکس متفاوت خواهد بود.

مثال -اگر فاصله میان دو نقطه روی عکس ۴ سانتی‌متر و فاصله حقیقی همان دو نقطه در طبیعت برابر ۲ کیلومتر باشد مقیاس عکس را پیدا کنید.

حل:

$$S = \frac{PD}{GD} = \frac{4}{2\times1000\times100} = \frac{4}{200000} = \frac{1}{50000}$$

۵ - ب) طریقه ارتفاع پرواز و فاصله کانونی

اگر در حاشیه عکسهای هوائی اطلاعات مربوط به ارتفاع پرواز و همچنین فاصله کانونی دوربین عکسبرداری، ثبت شده باشد در این حال مطابق نگاره ۹۸ مقیاس عکس عبارتست از:

$$S = \frac{\text{فاصله کانونی}}{\text{ارتفاع پرواز}} = \frac{F}{H}$$

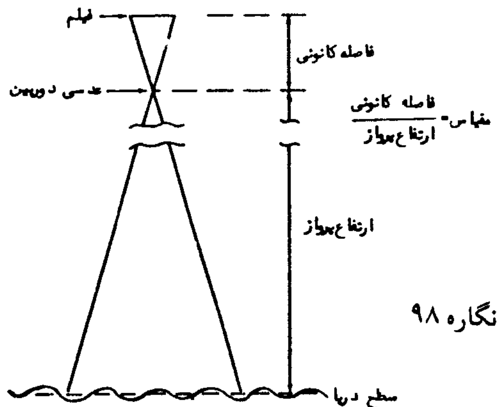
مثال - اگر فاصله کانونی دوربین عکاسی ۱۵۲ میلیمتر (۶ اینچ) و ارتفاع هواپیما در حین عکسبرداری ۱۰۰۰۰ پا باشد مقیاس این عکس چه مقدار می‌باشد؟ (یک پا برابر ۳۰/۴۸ سانتیمتر است)

حل:

$$S = \frac{f}{H}$$

$$S = \frac{152}{10000\times30.48\times10} = \frac{152}{3048000}$$

$$S = \frac{1}{20000}$$



نگاره ۹۸

بدیهی است اگر ارتفاع پرواز هواپیما نسبت به سطح دریا حساب شده باشد باید ارتفاع متوسط سطح عکسبرداری شده را از آن کاست تا مقیاس عکس بدست آید که در اینصورت مقیاس عکس را میتوان از فرمول زیر بدست آورد. (نگاره ۹۹)

$$S = \frac{f}{H-h}$$

که در این فرمول H ارتفاع پرواز نسبت بسطح دریا و h ارتفاع متوسط سطح عکسبرداری شده است.

مثال ـ اگر فاصله کانونی دوربین عکسبرداری ۵۲ میلیمتر (۶ اینچ)، ارتفاع هواپیما از سطح دریا ۳۰۴۸ متر (۱۰۰۰۰ پا) و ارتفاع متوسط سطح عکسبرداری شده ۲۵۹/۰۸ متر (۸۵۰ پا) باشد مطلوبست مقیاس عکس هوائی؟

حل:

$$S = \frac{f}{H-h}$$

$$S = \frac{152}{(3048-259.08)\times 1000} = \frac{152}{278900}$$

$$S = \frac{1}{18300}$$ تقریباً

فیلم
فاصله کانونی
عدسی دوربین
ارتفاع پرواز
سطح زمین
ارتفاع متوسط سطح زمین
سطح دریا

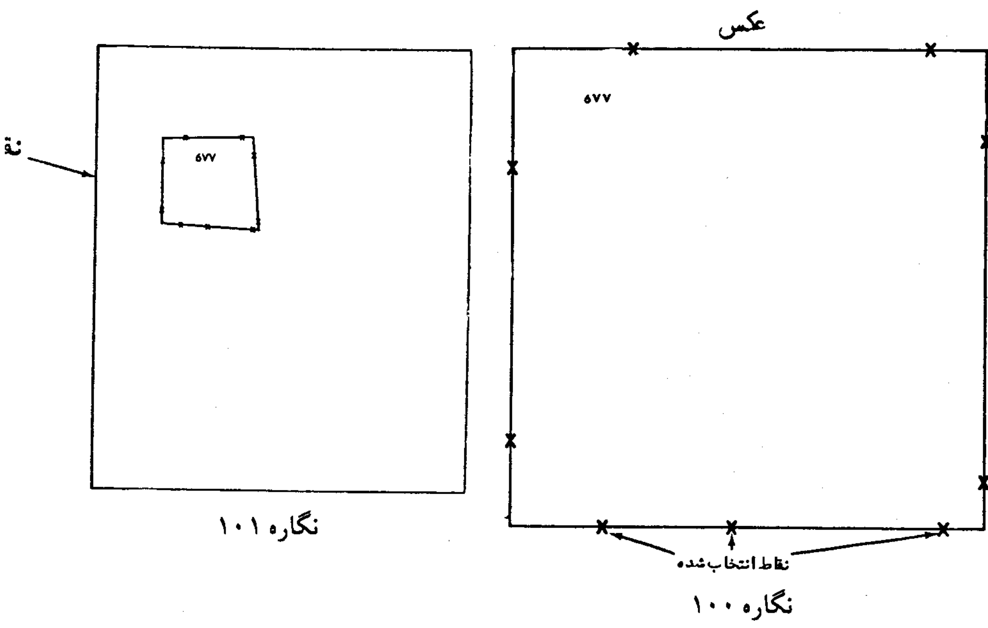
نگاره ۹۹

۶- تهیه اندکس عکس — Photo Indexing

پس از عکسبرداریهای هوایی باید موقعیت آنها را روی یک قطعه نقشه که به آن اندکس نقشه (Index Map) می‌گویند مشخص نمود تا وضعیت منطقه از نظر پوشش عکسی نمایش داده شود. برای تهیه اندکس عکس دو طریقه بشرح زیر وجود دارد:

۶ - الف) طریقه چهارگوشه — Four Corner Method

در این طریقه لازم است که موقعیت صحیح چهارگوشه عکس را روی نقشه تعیین نمود. برای این منظور لازم است در هر گوشه عکس، یک نقطه که هم در روی عکس و هم در روی نقشه بخ خوبی قابل تشخیص باشد انتخاب نمود و از پیوستن نقاط بیکدیگر یک چهارضلعی که معرف موقعیت عکس در روی نقشه است بدست آورد. ولی اگر پیدا کردن نقاط مشخص در گوشه‌های عکس میسر نباشد می‌توان از نقاط مشخص واقع در لبه‌های عکس کمک گرفت و کادر عکس را روی نقشه منتقل نمود. (نگاره ۱۰۰ و ۱۰۱)



نگاره ۱۰۰

نگاره ۱۰۱

اگر عکس هوائی، عکس کاملاً قائمی نباشد در این حال چهارضلعی حاصله در روی نقشه بصورت ذوزنقه درخواهد آمد.

پس از آنکه عکسهای هوائی به ترتیب به روی نقشه منتقل شدند باید شماره هر یک را روی چهارضلعی مربوط به آن نوشت و سعی کرد که این شماره در محلی واقع شود، که روی عکس قرار داشته است.

۶ - ب) طریقه استفاده از قواره Template Method

این طریقه بیشتر زمانی مورد استفاده دارد که تعداد عکسهای هوائی زیاد بوده و بخواهند موقعیت و وضعیت آنها را نسبت بهم با سرعت زیاد و بطور تقریب روی نقشه نمایش دهند.

در این طریقه قطعه مقوائی را انتخاب نمود و ابعاد آنها را متناسب با مقیاس عکس و نقشه بشرح مثال زیر برش می‌دهند.

مثال - اگر ابعاد عکسهای هوائی ۲۲/۹×۱۷/۸ سانتی‌متر و مقیاس عکس هوائی ۱:۲۰۰۰۰ و مقیاس نقشه ۱:۵۰۰۰۰ باشد اندازه‌های قواره را حساب کنید.

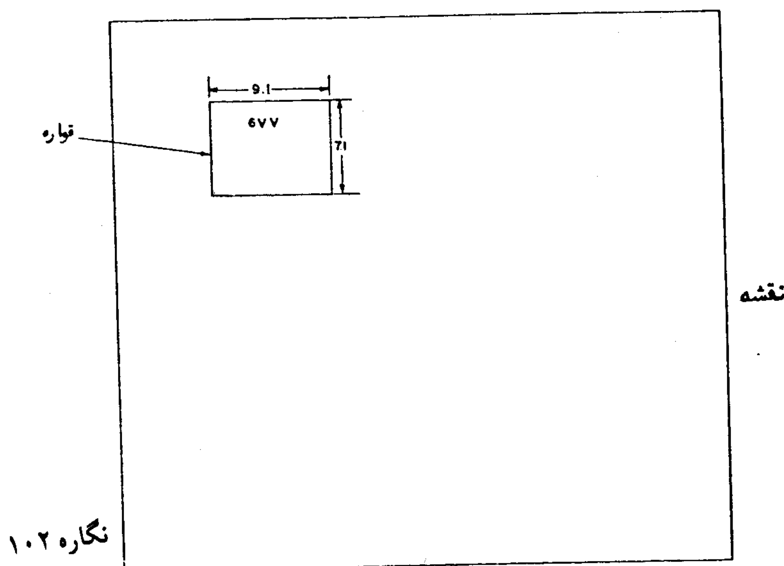
حل - درازای قوار عبارتست از: $L = ۲۲/۹ \times ۲۰۰۰۰ \times \frac{۱}{۵۰۰۰۰} = ۹/۱$ سانتیمتر

و پهنای آن عبارتست از: $W = ۱۷/۸ \times ۲۰۰۰۰ \times \frac{۱}{۵۰۰۰۰} = ۷/۱۲$ سانتیمتر

برای اینکه موقعیت عکسها درروی نقشه نشان داده شود، منطقه‌ای از نقشه را که نخستین عکس هوایی می‌پوشاند در روی نقشه یافته و قواره را روی آن می‌گذارند و آنقدر آن را جابجا می‌کنند که قواره متناسب با عوارض عکس و نقشه به بهترین و دقیقترین وضعیت ممکن قرار گیرد. پس از آنکه اطراف قواره را با مداد روی نقشه رسم کردند آنرا از جای خود برداشته و متناسب با جهت نوار عکس، مجدداً آن را در پهلوی چهارضلعی اول قرار داده و همین کار را تکرار می‌کنند تا تمام منطقهٔ عکسبرداری شده بوسیله قوار مذکور روی نقشه پوشیده شود. (نگاره ۱۰۲)

پس از اینکه موقعیت تمام عکسها درروی نقشه مشخص گردید اطلاعات و توضیحات مربوط به هر عکس و هر نوار را روی آن می‌نویسند.

برای اینکه مطالب برای استفاده کنندگان روشن‌تر و واضح‌تر باشد بهتر است از مدادهای رنگی استفاده شود و از هر رنگ برای یک توضیح و یا یک مطلب خاص استفاده گردد.



نگاره ۱۰۲

۷- توجیه عکسهای هوایی
Orientation of photographs

تشخیص موقعیت مکانی و همچنین جهات چهارگانه عکسهای هوائی برای عوامل مبتدی اغلب مبهم و گنگ است، از این رو مسئله توجیه عکسهای هوائی اهمیت خاصی می‌یابد و بر حساسیت شناخت جهات و سمت امتدادهای روی عکس افزوده می‌شود.

اگر نقشه منطقه عکسبرداری شده در اختیار باشد موضوع توجیه عکس آسان گشته و با مقایسه و سنجش امتدادهای مشابه عکس و نقشه، عمل توجیه به راحتی و سهولت امکان‌پذیر خواهد شد. ولی چنانچه از منطقه عکسبرداری شده نقشه‌ای در اختیار نباشد در این حال از جهت سایه‌های عوارض و در نظر گرفتن ساعت عکسبرداری می‌توان جهت شمال را بطور تقریب پیدا کرد.

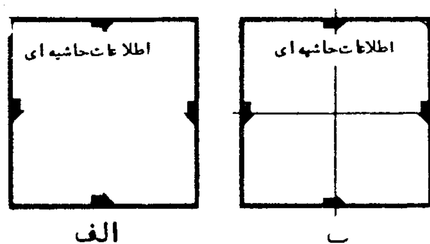
قطب‌نما و استفاده از خاصیت عقربه مغناطیس نیز یکی دیگر از طرق وشیوه‌هائی است که می‌تواند کمک موثری در شناخت جهت شمال عکسهای هوائی باشد. برای این منظور لازم است به نکات زیر توجه شود.

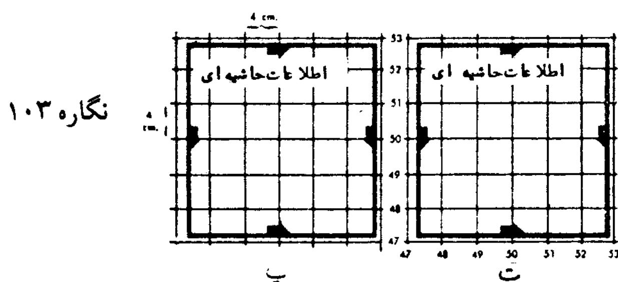
- نخست عکس هوائی را بکمک تحقیق و شناسائی محیط و انطباق عوارض مشابه نسبت به طبیعت توجیه کنید.
- قطب‌نما را باز کنید و آنرا روی عکس هوائی قرار دهید.
- بدون اینکه به عکس هوائی دست زده شود، قطب نما را آنقدر به اطراف برگردانید تا نوک شمال عقربه مغناطیس در مقابل خط نشانه قطب‌نما قرار گیرد.
- خطی در امتداد لبه مدرج قطب‌نما در روی عکس رسم کنید و سوی شمال آن را با یک فلش و یک حرف N مشخص نمائید

۸- شبکه‌بندی عکسهای هوایی

چون عکسهای هوایی برخلاف نقشه دارای مقیاس معین ودقیقی نیستند از این رو نمی‌توان از شبکه‌بندی ثابت و یکنواختی مانند شبکه‌بندی UTM نقشه برای کلیه عکسهای هوائی استفاده نمود. بهمین مناسبت عکسها را بشرح زیر بطور جداگانه شبکه‌بندی می‌کنند تا

تعیین موقعیت نقاط امکان‌پذیر گردد. این طریقه که هیچگونه بستگی و رابطه‌ای با مقیاس عکس و یا سیستمهای شبکه‌بندی نقشه ندارد بشرح زیر بوده و صرفاً بمنظور تعیین موقعیت نقاط مختلف روی عکس بکار می‌رود. معمولاً شبکه‌بندی عکسهای هوایی را روی عکسها چاپ نمی‌کنند و تهیه آن را به استفاده کنندگان محول می‌سازند. در شبکه‌بندی عکسهای هوائی نخست عکس را باید طوری قرار داد که نوشته‌ها و ارقام و اطلاعات حاشیه‌ای بطور مستقیم قابل دیدن و خواندن باشند. (نگاره ۱۰۳ الف)





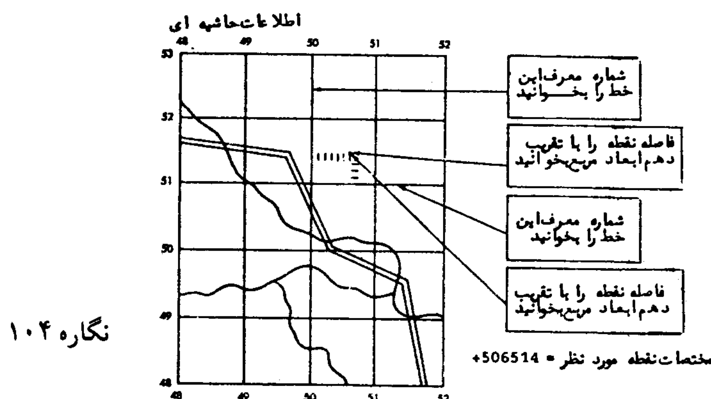
نگاره ۱۰۳

سپس نشانه‌های مخصوص حاشیه عکس (Fiducial Marks) را دو بدو بطور متقابل با دو خط مستقیم بیکدیگر متصل می‌سازند تا دو محور عمود بر هم بوجود آید. (نگاره ۱۰۳ ب)

اگر حاشیه عکسهای هوائی فاقد نشانه‌های مخصوص باشد می‌توان هر ضلع عکس را به دو قسمت برابر تقسیم نمود و نقاط میانی اضلاع را بیکدیگر متصل ساخت تا دو محور عمود بر هم بوجود آید. سپس محورهای دیگری بموازات دو محور اصلی و بفاصله ۴ سانتیمتر از یکدیگر روی عکس رسم می‌گردد تا شبکه‌بندی مربع شکلی باضلاغ ۴×۴ سانتیمتر در روی عکس بوجود آید. (نگاره ۱۰۳ پ) پس از اینکه شبکه‌بندی عکس تکمیل گردید برای دو محور اصلی (یعنی دو محوری که از اتصال نشانه‌های حاشیه عکس بوجود آمده است) عدد ۵۰ را

انتخاب نموده و آنرا در کنار محورهای ذکر شده روی لبه سفید اطراف عکس که قاعدتاً شبکه‌بندی تا آنجا امتداد یافته است می‌نویسند و اعداد مربوط به سایر محورها را نیز به نسبت عدد ۵۰ طوری یادداشت می‌کنند که به سمت راست و بالای محورهای اصلی به عدد ۵۰ افزوده شود و برعکس در سمت چپ و پائین محورها از عدد ۵۰ کاسته شود. (نگاره ۱۰۳ ت)

پس از تکمیل شبکه‌بندی و شماره‌گذاری آن به ترتیب تعیین مختصات نقاط روی عکس عیناً از همان اصول شبکه‌بندی نقشه یعنی اصل به راست و بالا (Right & Up) استفاده کرده و مختصات نقاط مختلف را بشرح زیر قرائت می‌کنند. (نگاره ۱۰۴)



نگاره ۱۰۴

از آنجائیکه شبکه‌بندی هر عکس اختصاص به همان عکس دارد از اینرو همراه با مختصات رقومی نقاط باید مشخصات هرعکس را نیز به آن افزود تا معلوم شود نقطه مورد نظر روی چه عکسی قرارگرفته است. معمولاً سیستم مختصات نقاط عکسی از سه عامل بشرح زیر ترکیب یافته است:

الف - حرف PDG که سه حرف اختصاری (Point Designation Grid) است که منحصراً به عکسهای هوائی اختصاص داده شده است.

ب - شماره عکس مانند رقم 1373 و شماره پروژه مانند پروژه شماره N.G.O-T

پ - یک عدد شش‌رقمی مانند عدد 506514 معرف موقعیت نقطه مورد نظر نسبت به

محورهای سمت چپ و پائین

به این ترتیب مختصات یک نقطه عکسی بطور مثال عبارت خواهد بود از:

PDG 1373 NGO-T 506514

۹- عکس‌خوانی و شناخت عوارض Identification of features

به طور کلی شناخت عوارض روی عکس کار چندان مشکلی نیست و بخاطر سپردن نکات زیر بر سهولت و آسانی آن خواهد افزود. در شناخت عوارض روی عکس هوائی باید توجه داشت که:

الف - چون عکس هوائی از بالا برداشته می‌شود از این رو عوارض دارای شکل منظری یا شکل جانبی که همگی با آنها آشنائی دارند نخواهد بود.

ب - عوارض بطور محسوسی کوچک شده و گاهی اوقات بدلایلی تغییر شکل یافته‌اند.

پ - چون غالب عکسهای هوایی سفید و سیاه هستند لذا رنگ عوارض از سفید و خاکستری و سیاه خارج نخواهد بود و بطور کلی عوارضی که طبیعتاً دارای رنگ تیره هستند در عکس نیز به رنگ تیره، تصویر خواهند گردید.

با توجه به این توضیحات شناخت عوارض روی عکس را می‌توان متکی به ۵ عامل زیر دانست:

در این مورد باید توجه داشت که هیچکدام از عوامل به تنهائی کافی نبوده و در نظر گرفتن این ۵ مورد ضروری است.

۱) **اندازه:** ابعاد عوارض که اندازه واقعی و یا طبیعی آنها را می‌توان با استفاده از مقیاس عکس یا سنجش عکس و نقشه بدست آورد راهنمای خوبی برای تشخیص دادن نوع آن در میان سایر عوارض مشابه می‌باشد. مثلاً واضح است که در یک منطقه مسکونی ساختمان‌های بزرگ به اماکن عمومی و سازمان‌ها و ادارات تعلق دارند.

۲) **شکل:** شکل ظاهری عوارض، راهنمای خوب و سریعی برای شناخت آنهاست. معمولاً عوارض دست ساخت (مصنوعی) دارای شکل هندسی و منظمی بوده و برعکس عوارض

طبیعی غالباً فاقد شکل هندسی هستند. مانند جاده‌ها و خطوط ارتباطی که دارای شکل منظم و حساب‌شده‌ای هستند و در مقابل رودخانه‌ها یا حاشیه جنگل‌ها دارای شکل نامنظم می‌باشند.

۳) سایه: سایهٔ عوارض، عامل بسیار موثری در شناخت آنهاست. در این مورد می‌توان به ذکر مثالهای متعددی پرداخت و تأثیر مستقیم سایه عوارض را در شناخت آنها بخوبی درک نمود.

برای مثال می‌دانیم که تصویر قائم یک دودکش یا یک چاه معمولاً بصورت یک دایره است و بهمین دلیل این قبیل عوارض در عکسهای هوائی بصورت دایره‌های کوچکی دیده می‌شوند که اگر فاقد سایه باشند تشخیص دودکش از یک حلقه چاه و ... خالی از اشکالی نخواهد بود و حال آنکه سایه این گونه عوارض، آنها را از عوارض دیگری مانند حلقه چاه و غیره متمایز نموده و حتی بلندی آنها را نیز قابل محاسبه می‌نماید.

۴) رنگ زمینه: با وجودیکه امروزه در عکسبرداریهای هوائی از انواع فیلمهای عکاسی استفاده می‌شود ولی معمولی‌ترین فیلم عکسبرداری هوائی فیلم نوع پانکروماتیک (Panchromatic) است که طبیعت را تحت تأثیر طیف‌های نورانی به رنگ‌های سفید و سیاه و خاکستری تصویر می‌نماید.

واضح است که رنگ زمینه عکس، متناسب با رنگ طبیعی عوارض از سفید به خاکستری و سپس به سیاه منحصر می‌گردد. مثلاً بزرگراهها یا باند فرودگاهها که دارای رنگ یکنواخت و یکسانی هستند در عکس نیز دارای زمینه یکسان می‌باشند، در حالیکه عکس یک منطقه باتلاقی بدلیل اختلاف رنگ قسمتهای مختلف آن (مثل لجن‌زار و گل و ماسه و نمکزار و مانند آن) با هم، فاقد زمینه یکنواخت می‌باشد، بطوریکه قسمت‌های لجن‌زار آن به رنگ تیره و قسمت شوره‌زار آن به رنگ سفید و خاکستری در عکس منعکس می‌گردد. در عین حال باید توجه داشت که تابش نور خورشید و بازتاب آن که در هر عکس تحت زاویه معینی وارد دوربین عکاسی می‌گردد باعث می‌شود که یک عارضه در دو عکس مجاور با دو رنگ متفاوت تصویر شود. مثلاً یک دریاچه در یک عکس به رنگ سیاه و در عکس مجاور ممکن است به رنگ خاکستری یا سفید عکاسی شده باشد که دلیل آن تفاوت زاویه بازتاب نور خورشید در دو عکس است.

۵) **عوارض اطراف**: معمولاً شناخت عوارض بطور تنها تقریباً کار مشکلی است ولی اگر به عوارضی که در پیرامون آن وجود دارد توجه شود این اشکال تاحد زیادی از میان می‌رود. مثلاً واضح است که ساختمانهای مجاور خط آهن غالباً ایستگاههای راه‌آهن و یا خانه‌های سازمانی کارکنان آن موسسه است و یا ساختمانی که در کنار یک زمین ورزش واقع شده قاعدتاً باید یک موسسه آموزشی باشد.

نکته مهم و در خور توجهی که هنگام عکس‌خوانی باید رعایت گردد مسئله توجیه عکس هوائی از نظر تابش نور است. البته منظور از این توجیه آن نیست که عکس متناسب با طبیعت و سمت شمال قرار گیرد بلکه منظور این است که عکس به وضعی قرار گیرد که بلندیها بصورت برجسته و پستی‌ها و فرورفتگی‌ها بشکل مناطق گود دیده شود. برای این کار باید عکس را نسبت به نور طوری قرار داد که سایه عوارض به سمت استفاده کننده عکس قرار گیرد تا پستی‌ها و بلندی‌ها بطور صحیحی از یکدیگر متمایز گردند. در غیراینصورت پستی‌ها بصورت مناطق برجسته و بلندیها بشکل مناطق پست دیده می‌شوند که به آن (Pseudoscopy) می‌گویند.

۱۰ - برجسته‌بینی Stereovision

همانطوریکه در مشخصات عکسهای هوائی قائم گفته شد، یکی از محدودیتهای این نوع عکسها اشکال تشخیص ارتفاعات و برجستگی‌هاست. برای اینکه این مشکل برطرف گردد از خاصیت برجسته‌بینی استفاده می‌شود و تصاویر دوبعدی به تصویرهای سه بعدی تبدیل می‌گردند.

اساس برجسته‌بینی دید دوچشمی است، بدین معنی که از دو نقطه که فاصله آنها تقریباً برابر فاصله دو چشم انسان است دو تصویر یا دو عکس از اشیاء تهیه می‌کنند و این دو تصویر را بر صفحه‌ای پهلوی هم قرار می‌دهند بطوریکه هر یک از آنها در چشمی که نظیر آنست دیده شود که در اینصورت انسان احسای دید سه بعدی می‌کند.

در هنگام عکسبرداری هوائی هواپیما در حین پرواز چندین عکس بطور متوالی برداشت

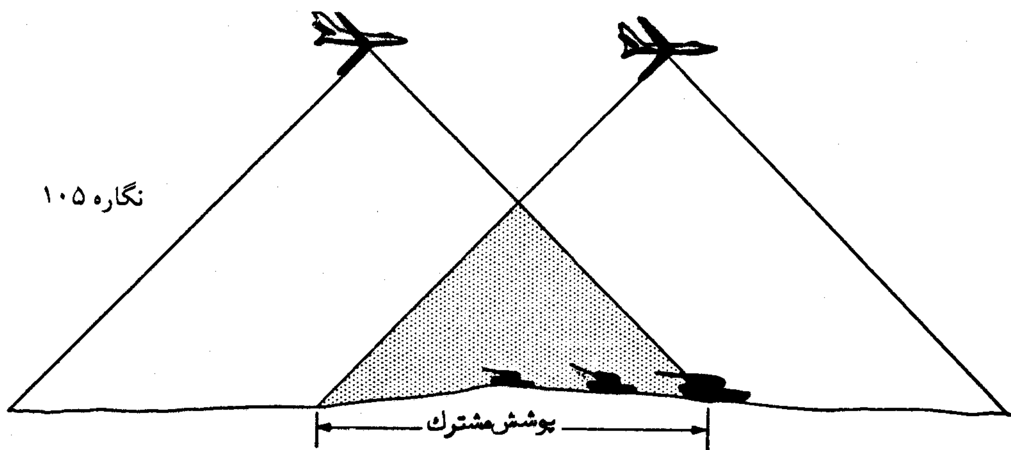
می‌کند بطوریکه هر عکس نسبت به عکس قبلی دارای منطقه مشترکی باشد. (نگاره ۱۰۵)

معمولاً قسمت مشترک دو عکس متوالی حدود ۶۰ درصد سطح عکس بوده و در نتیجه تصویر پاره‌ای عوارض که در منطقه مشترک واقع شده‌اند در دو عکس متوالی قرار می‌گیرد.

بدیهی است برای پوشش یک منطقه وسیع هواپیما ناگزیر باید روی باندهائی بموازات هم پرواز کند تا نوارهائی از عکس که علاوه بر پوشش طولی (۶۰ درصد) دارای پوشش عرضی نیز می‌باشند بدست آید که این پوشش اخیر حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد سطح عکس خواهد بود.

حال مطابق تعریف برجسته‌بینی، اگر دو عکس متوالی را که دارای پوشش مشترک (Overlap) هستند در نظر بگیریم و با یک چشم تصویر یکی از عوارض مشترک و با چشم دیگر تصویر دوم همان عارضه را مشاهده کنیم، ملاحظه خواهیم کرد که منطقهٔ پوشش مشترک بطور برجسته دیده می‌شود.

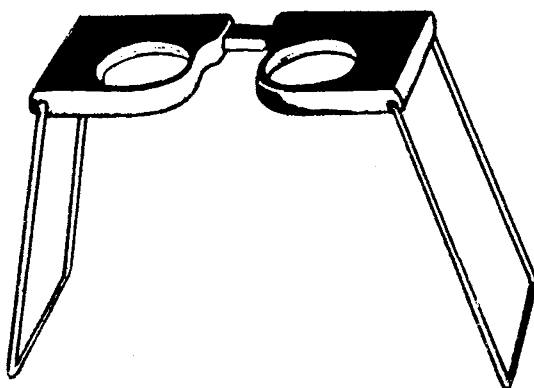
برای اینکه چشم‌ها قادر به دید دوچشمی باشند از وسایل مخصوصی بنام استروسکوپ (Stereoscope) یا برجسته‌نما استفاده می‌شود که دو نوع از انواع آن بشرح زیر است:



نگاره ۱۰۵

۱۰ - الف) استروسکوپ جیبی Pocket Stereoscope

این استروسکوپها که از دو عدسی بزرگ کننده که در داخل قابی نصب گردیده‌اند تشکیل شده و روی پایه‌ای سوار شده‌اند معمولی‌ترین نوع استروسکوپ بوده و بعلت سبکی و آسانی حمل برای کارهای صحرائی بکار برده می‌شوند. (نگاره ۱۰۶)



نگاره ۱۰۶

۱۰ - ب) استروسکوپ آینه‌ای Miror Stereoscope

استروسکوپ آینه‌ای وسیله‌ای است بزرگتر و سنگین‌تر از استروسکوپ جیبی و از چهار آینه و دو عدسی تشکیل یافته و اغلب یک دوربین دوچشمی نیز روی آن سوار شده است. این استروسکوپ بیشتر مورد استفاده دفتری داشته و کمتر برای کارهای صحرائی بکار می‌رود.

۱۱ - اصول برجسته‌بینی

برای برجسته‌بینی باید به ترتیب زیر عمل نمود:

۱۱ - الف) عکسهای هوائی را بهمان وضعی که برداشته شده‌اند به ترتیب در کنار هم قرار دهید، برای این منظور می‌توان از شماره عکسها کمک گرفت.

۱۱ - ب) از میان عکسها آن دو عکس متوالی را که دارای پوشش کافی برای برجسته بینی است انتخاب کنید.

۱۱ - پ) دو عکس را در قسمت پوشش مشترک طوری روی هم قرار دهید که تصاویر مشابه روی هم منطبق گردند.

۱۱ - ت) استروسکوپ را طوری روی عکسها قرار دهید که عدسی سمت راست روی عکس سمت راست و عدسی سمت چپ روی عکس سمت چپ قرار گیرد.

۱۱ - ث) عسکها را از طرفین (امتداد خط پرواز) به آهستگی آنقدر از هم دور کنید که یکی از

عوارض عکس سمت چپ در زیر عدسی سمت چپ و تصویر مشابه آن در عکس سمت راست درست در زیرعدسی سمت راست واقع شود.

۱۱ - ج) در این موقع باید تصویر از درون استروسکوپ بصورت برجسته دیده شود و به اصطلاح مدل سه بعدی بوجود آمده باشد و عیناً همان وضعی بوجود آید که طبیعتاً وجود داشته است (یعنی برجستگی‌ها بلند و کشیده و دره‌ها گود وتورفته باشند).

۱۱ - چ) اگر تصویر واضح و روشن نباشد یکی از عکسها را ثابت نگه دارید و دیگری را به آرامی جابجا کنید تا تصویر کاملاً واضح و روشن شود.

با بوجود آمدن مدل سه بعدی و احساس برجسته‌بینی عمل عکس‌خوانی و شناخت عوارض به آسانی امکان‌پذیر می‌شود و در حقیقت می‌توان برجسته‌بینی را نیز به ۵ عاملی که در قسمت عکس خوانی و شناخت عوارض، به آنها اشاره شد افزود و آنرا یکی از مهمترین عوامل عکس خوانی و شناخت عوارض محسوب نمود.

۱۲ - موزائیک عکسهای هوایی

Photo Mosaic

موزائیک یک سری از عکسهای هوائی است که در کنار هم قرار گرفته و منطقه وسیعی را بوجود آورده باشند. موزائیك عکسهای هوائی در واقع مانند نقشه‌های مسطحه (پلانیمتری) بوده و تشخیص عوارض ارتفاعی از روی آنها مشکل است.

۱۳ - انواع موزائیك عکسهای هوائی

۱۳ - ۱) موزائیك کنترل شده

Controled Mosaic

هرگاه هنگام چیدن عکسهای هوائی در کنار هم از نقاط معلوم مسطحاتی متعددی استفاده شده و تصویر نقاط با خود نقاط که قبلاً با مقیاس مناسب (نزدیک به مقیاس عکس) روی کاغذ، رسم گردیده‌اند منطبق شده باشد موزائیکی بوجود می‌آید که به آن موزائیك کنترل شده می‌گویند. این نوع موزائیک از نظر مقیاس و آزیموت امتدادها دارای دقت نسبتاً مناسبی است.

۱۳-۲) موزائیک نیمه‌کنترل شده — Semi Controled Mosaic

این نوع موزائیک با تعداد معدودی نقاط معلوم مسطحاتی کنترل گردیده و از نظر مقیاس و آزیموت امتدادها نسبت به موزائیك کنترل شده دارای دقت کمتری است.

۱۳-۳) موزائیک کنترل‌نشده — Uncontroled Mosaic

این موزائیک مجموعه‌ای است از چند قطعه عکس هوائی که بدون استفاده از نقاط معلوم مسطحاتی بطور عادی در کنار هم چیده شده‌باشند. این موزائیك از نظر مقیاس و آزیموت امتدادها فاقد دقت هستند.

۱۳-۴) اورتوفتوموزائیک — Ortho Photomosaic

از کنار هم قرار دادن عکسهائی که کلیه عوارض روی آن بطور قائم تصویر شده و جابجائی (Displacement) حاصله از اختلاف ارتفاع و کجی محور عدسی نسبت به محور قائم از روی آن حذف گردیده است موزائیکی بدست می‌آید که به آن اورتوفتوموزائیک می‌گویند.

۱۴ - فتومپ — Photomap

فتومپ یا نقشه عکسی موزائیکی است که علاوه بر شبکه‌بندی دارای اطلاعات حاشیه‌ای بوده و نام عوارض و اسامی آبادیها و روستاها نیز روی آن نوشته شده باشد.

در کارهای نظامی معمولاً ابعاد فتومپ را به قطع نقشه‌های توپوگرافی انتخاب می‌کنند و موزائیك کنترل شده را برای تهیه آن بکار می‌برند و در مواردی که نقشه موجود نباشد آنرا جایگزین نقشه می‌سازند و بهمین جهت غالباً آن را برروی کاغذهای معمولی و به تعداد زیاد چاپ و تکثیر می‌نمایند. قاعدتاً برای شبکه‌بندی فتومپ از سیستم شبکه‌بندی UTM استفاده می‌شود و در موارد اضطراری و استثنائی حتی موزائیك کنترل نشده را بکار گرفته و آن را شبکه‌بندی می‌کنند و مورد استفاده قرار می‌دهند. البته همانطوریکه در قسمت موزائیك عسکهای هوائی گفته شد نوع موزائیک کنترل نشده از نظر مقیاس و آزیموت امتدادها فاقد

دقت بوده و در نتیجه فتومپهائی که از موزائیک کنترل نشده ساخته شده باشد از نظر مقیاس و اندازه‌گیری فواصل و آزیموت امتدادها باید با قید احتیاط مورد بهره‌برداری قرار گیرد، در حالیکه نوع کنترل شده آن عاری از این قبیل مشکلات بوده و تنها محدودیتی که دارد، صرف وقت نسبتاً زیاد برای تهیه آن است.

در پاره‌ای فتومپ‌ها علاوه بر شبکه‌بندی و اطلاعات حاشیه‌ای و ذکر نام عوارض از رنگهای مختلفی برای مشخص ساختن برخی عوارض مانند رودخانه (در رنگ آبی) و جاده‌ها (دررنگ قرمز) و امثال آن استفاده شده و در نتیجه فتومپ راگویاتر می‌سازند.

۱۵- پیکتومپ Pictomap

همانطوریکه در بخش یکم گفته شد، پیکتومپ در واقع همان نقشه عکسی یا فتومپ است که از رنگها و علائم مناسبی برای نمایش عوارض استفاده شده است. بدین معنی که از رنگ کرم یا نخودی برای نمایش عوارض خاکی، رنگ سبز برای نمایش روئیدنی‌ها، رنگ قرمز برای راههای مختلف (غیراز راه‌آهن) و از رنگ قهوای روشن برای نمایش مناطق مسکونی و شهرکها و بالاخره رنگ آبی برای نمایش آب و عوارض آبی و رنگ سیاه برای شبکه‌بندی و اسامی و راه‌آهن استفاده شده و در نتیجه پیکتومپ را در مقایسه با فتومپ بصورت عملی‌تر و قابل استفاده‌تری ارائه نموده‌اند.

فصل ۹

تهیهٔ کروکی (گرده‌برداری)

FIELD SKETCHING

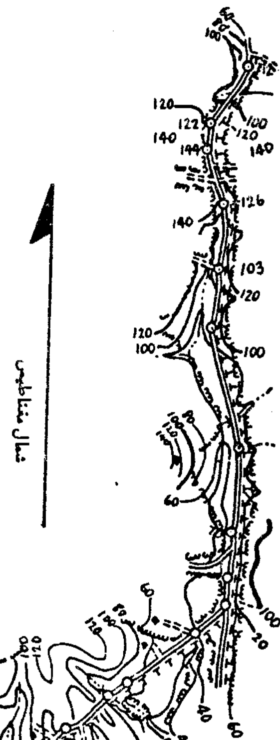
۱- تعریف کروکی

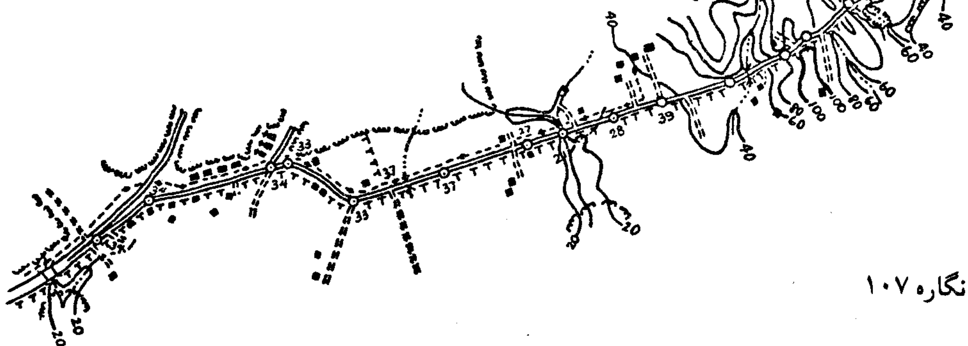
گرده یا کروکی نقشه بزرگ مقیاسی است که بطور تقریب از یک منطقه یا مسیر یک راه شناسائی تهیه می‌شود. دقت کروکی باید آنقدر باشد که جوابگوی نیازها بوده و بیشتر زمانی تهیه می‌شود که از منطقه مورد نظر نقشه‌ای در اختیار نباشد و یا نقشه موجود آنقدر قدیمی و یا کوچک مقیاس باشد که جوابگوی نیازمندیهای مختلف نباشد.

واضح است که دقت و کیفیت یک کروکی بستگی به زمان، شرایط جوی، وضعیت منطقه و مهارت تهیه‌کننده داشته و علاوه بر آن کاربرد و هدف از تهیه آن نیز یکی از عوامل تعیین‌کننده می‌باشد.

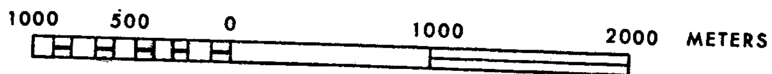
کروکی بر دو نوع است، یکی کروکی قائم و دیگری کروکی مایل که به آن دورنما یا طرح‌منظری نیز می‌گویند.

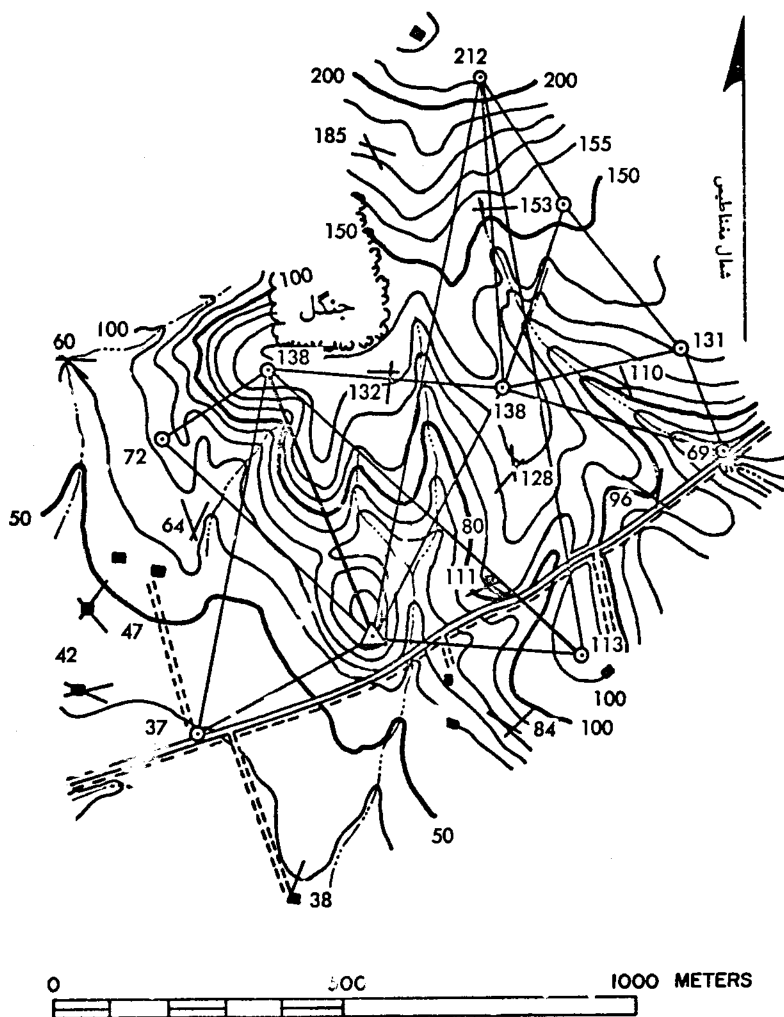
ارتفاع	مسافت	شیب		اختلاف ارتفاع
		مستقیم	معکوس	
34				
34	72	0	0	
34	140	0	0	
33	20	−1/2	−1/2	−1
33	84	0	0	
37.1	41	+1	−1	+4.1
37.1	69	0	0	
27.2	99	−1	+1	−9.9
20.9	42	−1 1/2	+1 1/2	−6.3
27.8	69	+1	−1	+6.9
39.2	57	+2	−2	+11.4
50.9	78	+1 1/2	−1 1/2	+11.7
81.1	67	+4 1/2	−4 1/2	+30.2
99.1	30	+6	−6	+18
78.1	60	−3 1/2	+3 1/2	−21
75.5	26	−1	+1	−2.6
52.3	93	−2 1/2	+2 1/2	−23.2
59.2	46	+1 1/2	−1 1/2	+6.9
65.2	30	+2	−2	+6
70.2	50	+1	−1	+5
70.2	93	0	0	
90.9	138	+1 1/2	−1 1/2	+20.7
103.4	62	+2	−2	+12.5
126.0	75	+3	−3	+22.6
144.4	61	+3	−3	+18.4
121.5	28	−8	+8	−22.9
72.2	76	−6 1/2	+6 1/2	−49.4





نگاره ۱۰۷




212
200
200
185
155
150
153
150
100
جنگل
100
60
138
131
110
132
138
72
69
128
96
50
64
80
111
47
113
42
100
37
84
100
50
38
شمال مغناطیس
0
500
1000 METERS

نگاره ۱۰۸

۲- مقیاس کروکی

معمولاً مقیاس کروکی متناسب با هدف و میزان تراکم جزئیات و عوارض موجود در منطقه انتخاب می‌گردد. مثلاً مقیاس یک کروکی که از اردوگاه صدنفری تهیه می‌شود بزرگتر از مقیاس کروکی‌ای است که از اردوگاه هزارنفری تهیه می‌گردد.

جدول زیر فاصله منحنی‌های تراز و کاربرد هریک از مقیاسهای مربوطه را نشان می‌دهد.

مقیاس	فاصله‌منحنی‌های‌تراز	کاربرد
۱:۵۰۰۰	۱-۵ متر	برای‌کارهای‌ساختمانی‌ویامواردی‌که نمایش‌جزئیات‌زیادی‌موردنظرباشد
۱:۱۰۰۰۰	۵-۱۰ متر	برای‌نمایش‌مواضع‌وموقعیت‌ها
۱:۲۵۰۰۰	۱۰-۲۰ متر	برای‌گرده‌برداری‌ازمسیرراهها

۳- وسایل و دستگاههای تهیه کروکی

این وسایل عبارتنداز:

۳ - الف) آلیداد

آلیداد جهت تهیه کروکی در واقع یک خط‌کش ساده سه‌پهلو است. (که به آن اشل نیز می‌گویند) که از لبه‌های آن برای نشانه‌روی و رسم امتدادها استفاده می‌شود.

معمولاً لبه‌های خط‌کش سه‌پهلو برحسب مقیاس‌های مختلفی مانند ۱:۱۰۰۰ ، ۱:۵۰۰۰، ۱:۱۰۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰۰ و مانند آن درجه‌بندی شده.

۳ - ب) تخته سه‌پایه با روکش واترپروف

تخته تهیه کروکی در واقع همان تخته سه‌پایه معمولی است که تخته رسم آن به منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت، بوسیله پوسته شفاف واترپروفی روکش گردیده و بوسیله پیچ‌هایی به سرسه پایه متصل شده است. برای اینکه تخته نسبت به شمال توجیه شود از دستگاه

مخصوصی بنام انحراف دهنده (عقربه مغناطیسی تعبیه شده در جعبه مستطیل شکلی است) استفاده می‌گردد. در کنار بعضی از تخته‌ها سوراخی وجود دارد که انحراف‌دهنده را بوسیله پیچ مخصوصی به آن متصل می‌سازند تا هنگام جابجا شدن از تخته جدانگردد و همواره در یک جا ثابت بماند.

۳ - پ) شیب‌سنج Clinometer

شیب‌سنج‌ها در انواع مختلفی ساخته می‌شوند که معمولی‌ترین آنها قادر است میزان شیب امتدادها را اعم از سربالائی یا سرازیری برحسب درصد و یا زاویه اندازه‌گیری نماید. در این گونه شیب‌سنج‌ها از روزنه مخصوصی که برای نشانه‌روی ایجاد گردیده است به نقطه مورد نظر نشانه‌روی کرده و در همان حال میزان شیب امتداد را (روی تیغه مدرجی که تصویر آن در آینه داخل دستگاه دیده می‌شود) برحسب درصد قرائت می‌کنند.

معمولاً در این گونه شیب‌سنج‌ها تقسیمات مربوط به شیب مثبت یا سربالائی را با رنگ قرمز و یا علامت + و شیب منفی یا سرازیری را با رنگ سیاه و یا علامت ـ مشخص نموده‌اند تا از بروز اشتباه جلوگیری شود.

ساده‌ترین نوع شیب‌سنج از یک تیغه نشانه‌روی و یک ستون مدرج کمانی و یک وزنه شاقول مانند تشکیل یافته است که از تیغه نشانه‌روی برای قراولروی به نقاط و از شاقولی که در مقابل تقسیمات ستون مدرج کمانی شکل قرار می‌گیرد برای خواندن شیب امتدادها استفاده می‌شود.

یکی از معمولی‌ترین شیب‌سنج‌ها ترازدستی است که از یک لوله نشانه‌روی و یک تراز استوانه‌ای و یک تیغه مدرج کمانی شکل تشکیل یافته که روی تیغه، میله‌ای بنام عقربه شاخص نصب شده و یک سر آن به تراز استوانه‌ای شکل متصل می‌باشد. در اینگونه ترازها از درون لوله به نقطه مورد نظر نشانه‌روی گردیده و در همان حال عقربه شاخص را در مقابل تیغه مدرج آنقدر جابجا می‌کنند تا حباب تراز استوانه‌ای که تصویر آن از درون لوله دیده می‌شود کاملاً در وسط قرار گیرد، سپس تراز را بدون اینکه دستکاری شود از مقابل چشم، دور ساخته و عددی از

ستون مدرج را که در مقابل عقربه شاخص واقع شده و معرّف شیب امتداد نشانه‌روی است برحسب درصد یا واحدهای دیگر قرائت می‌کنند.

در این گونه ترازها باید توجه داشت که چون هنگام کار، تراز در مقابل چشم قرار می‌گیرد، از این رو باید به علامتی که هم ارتفاع چشم عامل بوده و در نقطه مورد نظر نصب گردیده است (مثلاً سرانسانی که روی نقطه مورد نظر ایستاده باشد) نشانه‌روی شود تا خطای مربوط به اختلاف ارتفاع چشم عامل از سطح زمین جبران گردد.

۳ - ت) قطب‌نما

قطب‌نما در شماره ۷ بخش پنجم بطور مفصل شرح داده شده است.

۳ - ث) قدم‌شمار Counter

از این وسیله برای اندازه‌گیری مسافت و جلوگیری از اشتباه در شمارش استفاده می‌شود. برای این منظور از هر وسیله ساده‌ای که بتواند شمارش قدمها را ثبت نماید می‌توان استفاده نمود. (مانند چرتکه، سکه‌های یك‌ریالی و ده‌ریالی و امثال آن).

۴- اندازه‌گیری مسافت

یکی از مهمترین عملیات تهیه کروکی اندازه‌گیری مسافت است که معمولاً بوسیله شمارش قدم انجام می‌شود. به همین جهت لازم است افرادی که به مأموریت گرده‌برداری اعزام می‌گردند قبلاً طول قدمهای خویش را اندازه‌گیری کنند تا مسافتها با دقت بیشتری اندازه‌گیری شود. برای این منظور فاصله‌ای را که قبلاً بوسیله متر اندازه‌گیری شده است با قدم شماری نیز بدفعات، اندازه می‌گیرند تا تعداد گامها را در طول مسافت مذکور بدست آورند.

مثلاً فرض کنیم فاصله دقیق میان دو نقطه (که با متر اندازه‌گیری شده است) را که ۳۰۰ متر است بوسیله قدم شماری اندازه گرفته و عدد ۳۸۰ قدم را بدست آورده باشیم، در این حال طول هر گام برابر است با ۷۹ یا $۷۸/۹ = \frac{۳۰۰ \times ۱۰۰}{۳۸۰}$، بنابراین کافی است در پایان هر قدم شماری تعداد

قدمها را در عدد ۷۹ سانتی‌متر ضرف نمائیم تا مسافت مورد نظر در سیستم متریک بدست آید.

۵- نقاط کنترل

بطور کلی در اصطلاح نقشه‌برداری به نقاطی در سطح زمین که طول و عرض و ارتفاع آنها معلوم باشد نقاط کنترل می‌گویند. از آنجائیکه نقشه مجموعه‌ای از نقاط است که طول و عرض و ارتفاع آنها نسبت به یکدیگر اندازه‌گیری شده و معلوم می‌باشد، از اینرو در هر منطقه‌ای که نقشه و یاگرده (کروکی) آن موردنظر باشد باید حداقل یک نقطه کنترل وجود داشته باشد تا موقعیت سایر نقاط نسبت به آن اندازه‌گیری و تعیین گردد. چنانچه در منطقه‌ای نقطه کنترل وجود نداشته باشد کافی است نقطه مشخص و ثابتی را در محل مناسبی از منطقه موردنظر انتخاب نموده و برای آن مختصات دلخواهی را در نظر گرفت و آن را بعنوان نقطه کنترل، مورد ا ستفاده قرار داد و مختصات سایر نقاط را نسبت به آن بشرح زیر تعیین نمود.

۶- پیمایش Traversing

برای تکثیر نقاط کنترل، طرق مختلفی وجود دارد که یکی از آنها پیمایش است. در این طریقه از مجموعه‌ای خطوط مستقیم که درازای هر یک از آنهاجداگانه اندازه‌گیری شده و آزیموت یا گرای آنها نیز تعیین گردیده است استفاده شده و موقعیت رئوس خطوط رانسبت به یکدیگر بدست می‌آورند و در نتیجه منطقه مورد نظر را بوسیله شبکه‌ای از نقاط کنترل (که هر کدام از آنهابعداً بعنوان یک ایستگاه مورد استفاده قرار خواهند گرفت) می‌پوشانند. پیمایش به دو نوع باز و بسته تقسیم می‌گردد:

۶ - الف) پیمایش بسته Closed traverse

این پیماش از یک نقطه کنترل شروع گردیده و دوباره بهمان نقطه اول و یا نقطه کنترل دیگری مسدود می‌گردد. (نگاره ۱۰۹)

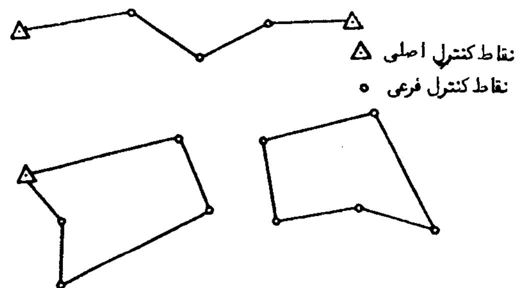
۶ - ب) پیمایش‌باز Open traverse

پیمایش باز از یک نقطه کنترل (یا نقطه معلوم) شروع شده و به یک نقطه دیگر که موقعیت معلومی ندارد پایان می‌یابد. عیب این پیمایش در مقایسه با پیمایش بسته آن است که کنترل (Check) کار در این طریقه امکان پذیر نبوده و در نتیجه از بروز خطاهائی که احتمالاً در حین کار رخ خواهد داد نمی‌توان جلوگیری نمود.

۷- روش ایجاد نقاط کنترل بطریقه پیمایش

قبل از شروع کار نخست باید منطقه مورد نظر را کاملاً شناسائی نمود و محل رئوس پیماش را به نحوی که بتواند بعدها بعنوان ایستگاه کار مورد بهره‌برداری قرار گیرد انتخاب نمود. اگر منطقه کار وسیع و پهناور باشد ایستگاههای پیمایش را باید در حاشیه آن انتخاب نمود و با ایجاد چندشبکه سرتاسری (بصورت متقاطع)، وسط منطقه را نیز پوشش داد.

ولی اگر تهیه کروکی از مسیر یک راه مورد نظر باشد کافی است ایستگاههای پیمایش را در امتداد و بموازات مسیر راه انتخاب کرد تا با استفاده از آنها جزئیات واقع در دو طرف راه را برداشت نمود. (نگاره ۱۱۰)



نگاره ۱۰۹



نگاره ۱۱۰

در هر صورت عملیات پیمایش باید با دقت هرچه تمام‌تر انجام پذیرد و باید کوشید تا از بروز خطاهای احتمالی جلوگیری شود.

طرز عمل پیمایش بشرح زیر است:

الف) تخته سه‌پایه را قبلاً خوب وارسی کنید و پیچهای سه پایه را محکم سازید.

ب) روی تخته را بوسیله کاغذ سفید نسبتاً ضخیم و مقاومی بپوشانید و تخته سه‌پایه را در نخستین ایستگاهی که می‌خواهید کار را از آنجا شروع کنید طوری مستقر سازید که پایه‌ها حدود ۶۰ سانتیمتر از هم فاصله داشته و نقطه کنترل کاملاً در میان آنها واقع شده باشد.

پ) سطح تخته را تقریباً افقی سازید. برای این منظور می‌توان دو تا از پایه‌ها را در زمین محکم نمود و با پایه سوم عمل تراز کردن تخته را انجام داد.

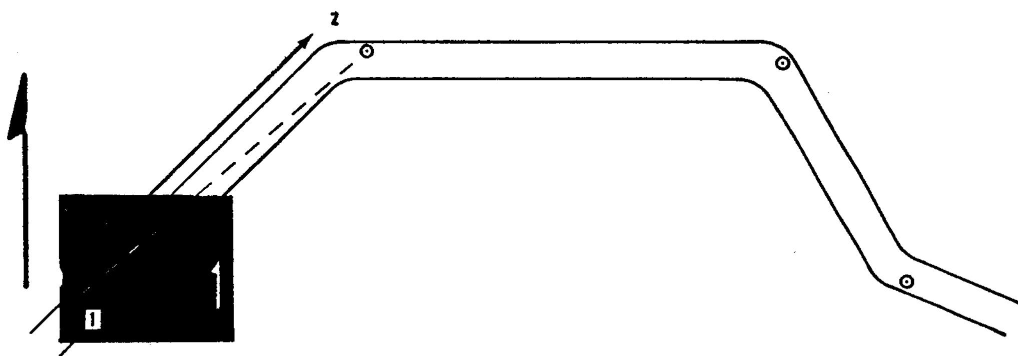
ت) قطب‌نما را در گوشه مناسبی از تخته قرار داده و با شل نمودن پیچ، تخته را آنقدر به اطراف بچرخانید تا عقربه مغناطیس درست در امتداد تار نشانه‌روی تیغه شیئی قرار گیرد، در این موقع خطی در امتداد لبه مدرج قطب‌نما رسم کنید و جهت شمال مغناطیس را روی آن با یک فلش مشخص سازید.

ث) با فروبردن سوزن یا سنجاقی در وسط تخته، موقعیت نقطه کنترل اول (نقطه کنترل آغاز کار) را روی تخته مشخص نمائید

ج) خط کش اشل را طوری روی تخته قرار دهید که لبهٔ مدرج سمت راست آن روی سوزنی که در تخته فرو رفته است قرار گیرد.

چ) در حالیکه از سوزن بعنوان لولا استفاده کرده‌اید ازیال بالائی خط کش سه‌پهلو استفاده نموده و بکمک آن به نقطه مورد نظر نشانه‌روی کنید و خطی در امتداد لبه‌خط کش از طرف سوزن بسوی نقطه نشانه‌روی شده رسم نمائید. (نگاره ۱۱۱)

ح) با استفاده از شیب سنج یا ترازدستی، شیب میان نقطه اول و نقطه نشانه‌روی شده را اندازه‌گیری کنید.



نگاره ۱۱۱

توضیح اینکه اگر از شیب‌سنج استفاده کرده‌اید باید به علامت هم ارتفاع تخته سه‌پایه‌ای که در نقطه دوم نصب کرده‌اید نشانه‌روی کنید و اگر از تراز دستی استفاده نموده‌اید باید به علامت هم ارتفاع چشم خود که در نقطه دوم نصب شده است نشانه‌روی نمائید.

خ) تخته سه‌پایه را از زمین بلند کنید و در حالیکه از نقطه اول به نقطه دوم نزدیک می‌شوید فاصله میان دو نقطه را دقیقاً گام‌شماری نمائید.

د) تخته سه‌پایه را عیناً به همان نحوی که قبلاً توضیح داده شد روی نقطه دوم مستقر سازید و سپس مسافت میان دو نقطه که اول و دوم را که باید به سیستم متریک تبدیل شده باشد با توجه به مقیاس روی خط رسم شده جدا سازید تا موقعیت نقطه دوم روی تخته بدست آید.

ذ) به کمک شیب سنج یا ترازدستی به نقطه اول نشانه‌روی کرده و شیب امتداد میان دو نقطه را مجدداً بدست آورید.

ر) شیب‌هائی را که از نقطه اول به نقطه دوم و برعکس بدست آورده‌اید با هم مقایسه کنید. قاعدتاً ارقام بدست آمده باید تقریباً با هم برابر باشند با این تفاوت که علامت جبری آنها که متناسب با سربالائی و یا سرازیری انتخاب خواهد شد باید عکس یکدیگر باشد.

ز) متوسط شیب‌هائی را که از دو سر امتداد به دست آورده‌اید محاسبه کنید و از علامتی که از

نقطه اول به نقطه دوم داشته است استفاده نمائید.

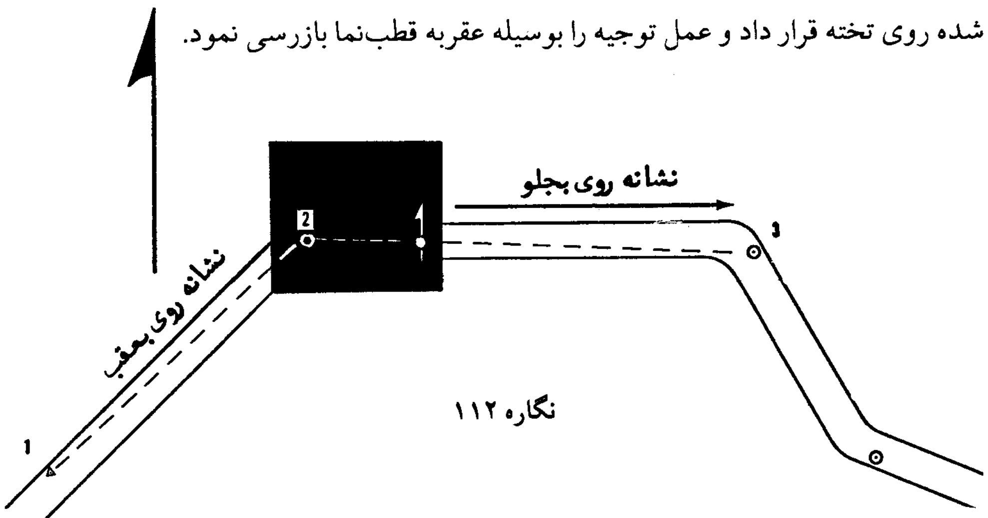
ژ) برای بدست آوردن اختلاف ارتفاع میان این دو نقطه کافیست از یک تناسب ساده مطابق مثال زیر استفاده شود.

فرض کنیم شیب‌سنج یا ترازدستی، شیب میان دو نقطه اول و دوم را ۳/۵+ درصد نشان داده و فاصله میان دو نقطه نیز ۱۴۶/۵ متر باشد در این حال:

	مسافت	اختلاف ارتفاع
	۱۰۰m	+۳/۵m
x=+۵/۱m	۱۴۶/۵m	x

س) اختلاف ارتفاعی را که بدست آورده‌اید با ارتفاع نقطه اول جمع جبری کنید تا ارتفاع نقطه دوم بدست آید. (اگر ارتفاع نقطه اول در دسترس نباشد، برای اینکه نقطه از ارتفاع فرضی استفاده می‌شود)

ش) سوزن دیگری را در نقطه دوم روی تخته فرو کنید و مجدداً تخته را تراز کرده و با قرار دادن لبه مدرج خط‌کش اشل کنار سوزنهای اول ودوم تخته را آنقدر بچرخانید تا نقطه اول در امتداد یال بالائی خط‌کش اشل دیده شود، در این حالت تخته بوسیله امتداد میان دو نقطه دوم و اول توجیه گردیده است. (برای اطمینان از صحت کار می‌توان قطب‌نما را در کنار جهت شمال رسم شده روی تخته قرار داد و عمل توجیه را بوسیله عقربه قطب‌نما بازرسی نمود.



نگاره ۱۱۲

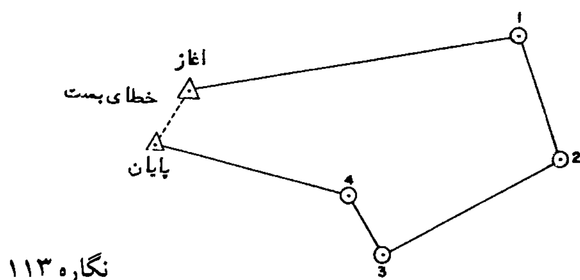
ص) پس از حصول اطمینان از صحت توجیه، بدون اینکه تخته دست‌کاری شود، لبه مدرج خط‌کش سه پهلو را در کنار سوزن نقطه دوم لولا نموده و به نقطه سوم نشانه‌روی کنید و امتداد نشانه‌روی را از نقطه دوم بسوی نقطهٔ سوم روی تخته رسم نمائید. (نگاره ۱۱۲)

ض) کارهای ردیف چ تا ص را برای هر یک از ایستگاههای پیمایش تکرار نمائید.

۷-۱) بستن پیمایش

Closing a traverse

همانطوریکه قبلاً شرح داده شد پیماش از یک نقطه کنترل (معلوم) شروع گردیده و در پایان دوباره به همان نقطه (یا یک نقطه کنترل دیگر) باید بسته شود. غالباً هنگام رسم پیمایش بجای اینکه انتهای کار به نقطه کنترل اول (یا کنترل دیگر) متصل گردد بدلیل وجود پاره‌ای خطاها و بی‌دقتی‌ها به نقطه دیگری در روی کاغذ می‌رسد که این اختلاف را خطای بست (Error of closure) می‌نامند. (نگاره ۱۱۳)



نگاره ۱۱۳

بطور کلی باید توجه داشت هر پیمایشی که مقدار خطای بست آن بیش از ۳ درصد مجموع طول اضلاع پیماش گردد باید دوباره تکرار شود و کلیه عملیات از نو آغاز گردد. ولی چنانچه میزان خطای بست از ۳ درصد مجموع طول اضلاع تجاوز ننماید می‌توان پیمایش را بشرح زیر سرشکن و اصلاح نمود.

الف) خط مستقیمی را که درازای آن برابر مجموع طول اضلاع پیمایش باشد روی کاغذ رسم کنید. (نگاره ۱-۱۱۴)

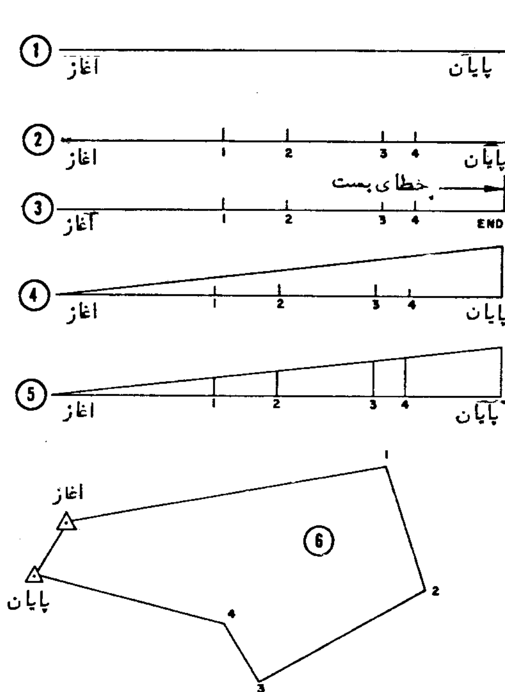
ب) یکایک اضلاع پیماش را به همان اندازه که ترسیم شده‌اند به ترتیب روی خط مذکور منتقل سازید. (۲-۱۱۴)

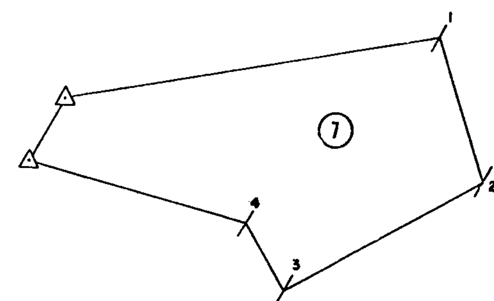
پ) خطی دیگر به انتهای خطی اول عمود سازید و خطای بست را عیناً روی آن جدا کنید. (۳-۱۱۴)

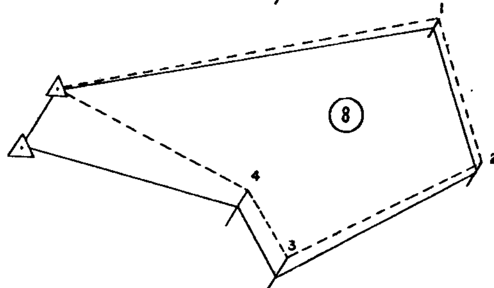
ت) از انتهای خط عمود خط مستقیمی به سرخط (خط الف) رسم نمائید. (۴-۱۱۴)

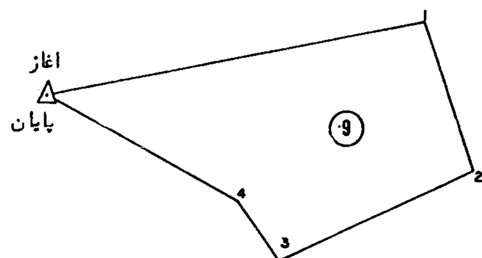
ث) خطوطی از انتهای هر یک از اضلاع بر خط الف عمود نمائید تا خط (ت) را قطع نمایند. (۵-۱۱۴)

ج) نقاط آغاز و پایان پیمایش را بوسیله خط مستقیمی (که در واقع همان خطای بست است) بهم متصل سازید. (۶-۱۱۴)









نگاره ۱۱۴

چ) از هریک از ایستگاههای پیمایش، خطی در جهت نقطه آخر به نقطه کنترل و بموازات خط خطای بست رسم نمائید. (۷-۱۱۴)
ح) روی خطوط موازی چ به اندازه‌های مناسبی که در قسمت ث بدست آمده است جدا نمائید. (۸-۱۱۴)
خ) نقاط حاصله در واقع موقعیت اصلاح شده ایستگاههای پیماش هستند. (۹-۱۱۴)
توضیحاتی که در بالا داده شد مربوط به نحوه سرشکن کردن و یا اصلاح موقعیت مسطحاتی (طول و عرض) ایستگاههای پیمایش به روش بسیار ساده و کم دقت است ولی از آنجائیکه در پیمایش ارتفاع ایستگاهها نیز اندازه‌گیری می‌شود، از اینرو علاوه بر خطای بست افقی و یا خطای بست مسطحاتی، خطای بست دیگری نیز بنام خطای بست ارتفاعی وجود خواهد داشت که طرز سرشکن کردن و تصحیح موقعیت ارتفاعی ایستگاههای پیمایش نیز بشرح زیر است:

فرض کنیم مطابق نگاره ۱۱۳ از نقطه شروع که ارتفاع آن مثلاً ۵۰۰ متر است کار پیمایش را آغاز کرده و پس از پایان کار، وقتی دوباره به نقطه شروع باز می‌گردیم بجای عدد ۵۰۰ عدد ۴۹۰ متر را بدست آورده باشیم. که در این حال ۱۰=۴۹۰-۵۰۰ متر را خطای بست ارتفاعی می‌گویند. در اینجا عدد ۱۰ دارای علامت جبری + خواهد بود زیرا باید ۱۰ متر به ۴۹۰ متر افزوده شود تا ارتفاع حقیقی نقطه بدست آید.

برای جبران این خطا و اصلاح ارتفاع ایستگاههای پیمایش، مقدار خطای بست را به تعداد ایستگاههای پیمایش (که در نگاره ۱۱۳ پنج عدد است) تقسیم می‌کنیم تا عددی بنام فاکتور تصحیح بدست آید. بنابراین در مثال بالا چنین خواهیم داشت:

متر ۲+ = ۵ : ۱۰+

حال فاکتور تصحیح را به ترتیب در شماره هر یک از ایستگاهها ضرب می‌کنیم تا مقدار تصحیح ارتفاعی نقاط بدست آید

بدین ترتیب که برای ایستگاه اول ۲+ = (۲+) × ۱ برای ایستگاه دوم ۴+ = (۲+) × ۲ برای ایستگاه سوم ۶+ = (۲+) × ۳ برای ایستگاه چهارم ۸+ = (۲+) × ۴ و بالاخره برای

ایستگاه آخر که در واقع همان نقطه شروع است. ۱۰+ = (۲+) × ۵ بدست می‌آید که باید با ارتفاعی که برای هر یک از ایستگاهها در حین کار بدست آمده است جمع شود تا ارتفاع تصحیح شده ایستگاهها بدست آید.

۸- برداشت جزئیات Detail Compilation

معمولاً جزئیات و عوارضی که متناسب با مقیاس کروکی‌ها باید نمایش داده شوند عبارتنداز:

الف) راهها از نظر نوع و کیفیت، عرض، تعداد خطوط، عمق خاکریزیها و خاکبرداریها، امکانات موسمی، آبروها، تقاطع ها، پلهای هوائی و مانند آن.

ب) پلها و ترادهها و گدارها با توجه به عرض گذرگاه آنها، عمق آب و شدت جریان آن و ارتفاع و نوع پل.

پ) عوارض آبی، مانند رودخانه‌ها، جویبارها، باتلاقها و مرداب ومناطقی که احتمالاً تحت طغیان آب قرار می‌گیرند. شامل عمق و ابعاد آنها، شدت جریان و کیفیت و کمیت آب آنها، محل تلاقی آنها و ارتفاع سطح آنها و امثال آن.

ت) پستی و بلندیها مانند تپه، دره، مسیل، قله‌ها و پرتگاهها، آب پخشان و گردنه‌های کوهستانی شامل ارتفاع و بلندی قله‌ها و شیب آنها، عمق دره‌ها و مسیل‌ها و خصوصیات آنها.

ث) اماکن و مناطق مسکونی مانند شهرها و روستاها، اردوگاهها، خطوط انتقال نیرو، خطوط ارتباطی، ایستگاههای رادیو و تلویزیون، برجها و دکلها، فرودگاهها، پست، ایستگاه راه‌آهن، مدرسه، مسجد و اماکن مقدسه، ادارات دولتی و شهرداریها، ایستگاههای اتوبوس، تأسیسات صنعتی، اماکن نظامی و امثال آن.

۸-۱) طریقه برداشت عوارض

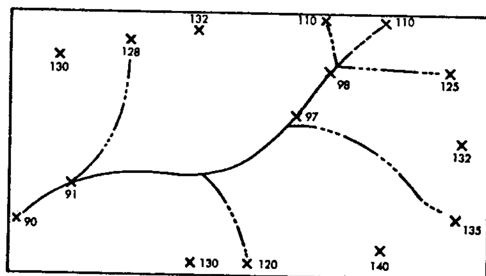
پس از پایان عملیات پیمایش و سرشکن نمودن و اصلاح آن، تخته سه‌پایه را به ترتیب در هریک از ایستگاههای آن مستقر نموده و پس از توجیه ونشانه‌روی و رسم امتداد و اندازه‌گیری

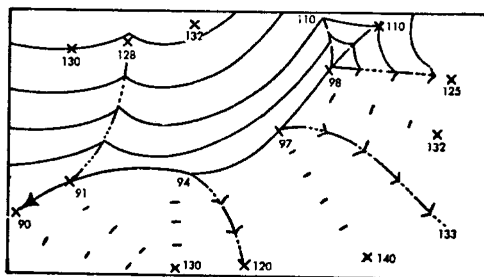
فاصله ایستگاه تا عارضه آنها را به روی کاغذ تخته منتقل می‌سازند و این کار را از ایستگاههای مختلف آنقدر ادامه می‌دهند تا کلیه عوارض مناسبی که در اطراف وجود دارد برروی کاغذ رسم گردد.

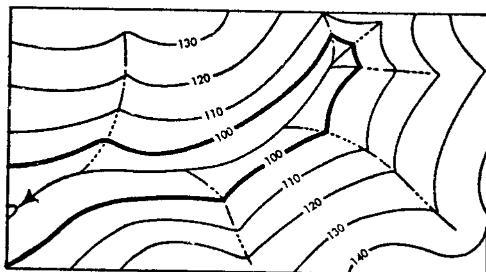
اگر هدف نمایش عوارض توپوگرافی و رسم منحنی‌های تراز باشد برداشت عوارض تابعی از مقیاس نقشه هم می‌باشد در اینصورت باید علاوه بر برداشت کلیه عوارض حساس ارتفاع آنها نیز تعیین گردد. معمولاً عوارض حساس عبارتنداز جویبارها و آبریزها بخط الراسها و خط القعرها و آب‌پخشان و همچنین کلیه نقاط تغییر شیب زمین و امثال آن.

پس از برداشت و تعیین ارتفاع عوارض نوبت به رسم منحنی‌های تراز می‌رسد که با توجه به فواصلشان بشرح زیر رسم می‌گردند. در این مرحله فرض بر این است که شیب میان نقاطی که ارتفاعشان تعیین و روی نقشه نشان داده شده است یکنواخت بوده و مثلاً بخواهیم منحنی‌های تراز به فاصله ۱۰ متر رسم نمائیم. (نگاره ۱۱۵) برای این منظور:

الف) - ارتفاع محل تلاقی کلیه آبریزها را بوسیله میانه‌گیری (Interpolation) تعیین کنید (مانند نقطه ۹۴ که میان نقطه ۹۷ و ۹۱ واقع شده و ارتفاع آن عملاً اندازه‌گیری نشده است) (نگاره ۱-۱۱۵).







نگاره ۱۱۵

ب) - با توجه به یکنواخت بودن شیب محل نقاطی که ارتفاعشان مضربی از ۱۰ است. (این مضرب برحسب فاصله منحنی‌های تراز تعیین خواهد شد) بوسیله عمل میانه‌گیری روی نقشه مشخص می‌سازیم. (در نگاره ۱۱۵ ملاحظه می‌شود که کمترین رقم ارتفاعی ۹۰ و بزرگترین آن ۱۴۰ است و در نتیجه باید محل نقاط ارتفاعی : ۱۰۰، ۱۱۰، ۱۲۰، ۱۳۰، ۱۴۰ متر را روی نقشه پیدا نمود).

بطور مثال فرض کنیم می‌خواهیم محل عبور منحنی‌های تراز را میان دو نقطه ۹۱ و ۱۲۸ مشخص سازیم. (نگاره ۲-۱۱۵).

بخوبی واضح است که میان دو نقطه ۹۱ و ۱۲۸ منحنی‌های تراز ۱۰۰ و ۱۱۰ و ۱۲۰ را می‌توان روی نقشه مشخص ساخت. با توجه به فرض یکنواخت بودن شیب میان دو نقطه ۹۱ و ۱۲۸ نخست فاصله ترسیمی میان دو نقطه را از روی نقشه اندازه می‌گیریم (به فرض اینکه فاصله میان این دو نقطه ۲۵ میلیمتر باشد) سپس عدد ۹۱ را از ۱۲۸ می‌کاهیم تا اختلاف ارتفاع میان دو نقطه بدست آید:

۱۲۸ - ۹۱ = ۳۷ متر

و چون نخستین منحنی تراز بعد از عدد ۹۱ منحنی ۱۰۰ متر است پس: متر ۹ = ۹۱ - ۱۰۰ خواهد بود که با بستن یک تناسب ساده به شرح زیر محل منحنی ۱۰۰ متر را روی نقشه بدست می‌آوریم.

۲۵میلیمتر	+۳۷	
x میلیمتر	۹	x=۹ میلیمتر

یعنی اگر از نقطه ۹۱ باندازه ۹ میلیمتر بطرف نقطه ۱۲۸ بالا برویم، به محل عبور منحنی ۱۰۰ متر خواهیم رسید. برای پیدا کردن محل عبور سایر منحنی‌ها نیز عیناً بهمین ترتیب عمل می‌شود.

پ) مشابه همین اعمال را میان سایر نقاط نیز انجام می‌دهیم تا محل نقاط ۱۰۰ و ۱۱۰ و ۱۲۰ و ۱۳۰ بدست آید که اگر نقاط هم‌ارتفاع رابهم متصل سازیم منحنی‌های ترازبدست خواهندآمد.

دراینجا باید توجه داشت که چون منحنی‌های تراز در برخورد با آبریزها بصورت ۸ می‌باشد از اینرو هنگام رسم منحنی‌های تراز باید به این نکته توجه داشت تا شکل حاصله به حقیقت نزدیک تر گردد. پس از این مرحله محل مناسبی را روی منحنی‌ها انتخاب کرده و رقم ارتفاعی مربوط به هر منحنی را در آن می‌نویسند تا مورد ابهامی برای استفاده کنندگان باقی نماند. (۳-۱۱۵)

در انتهای کار کلیه ارقام ارتفاعی متن نقشه را پاک کرده و از هر ۵ منحنی (که قاعدتاً از صفر شروع می‌شود) یکی از ضخیم‌تر نموده و منحنی‌های میان آنها را نازکتر رسم می‌کنند (همانطوریکه دیده می‌شود در نگاره ۱۱۵ منحنی ۱۰۰ متر ضخیم‌تر از سایر منحنی‌ها رسم شده است).

۹- تکمیل کروکی

پس از رسم، منحنی‌های تراز را مرکبی کرده و در صورت لزوم آنرا رنگ‌آمیزی می‌کنند و برای نمایش عوارض مختلف از علائم و نشانه‌های قراردادی استفاده می‌نمایند و در حاشیه آنها اطلاعات زیر را می‌افزایند:

۱) نام یا عنوان کروکی

۲) تاریخ تهیه

۳) نام محل و سایر مشخصات تهیه کننده

۴) توضیح مربوط به فاصله منحنی‌های تراز

۵) مقیاس ترسیمی

۱۰- دورنما (طرح منظری) Panoramic Sketching

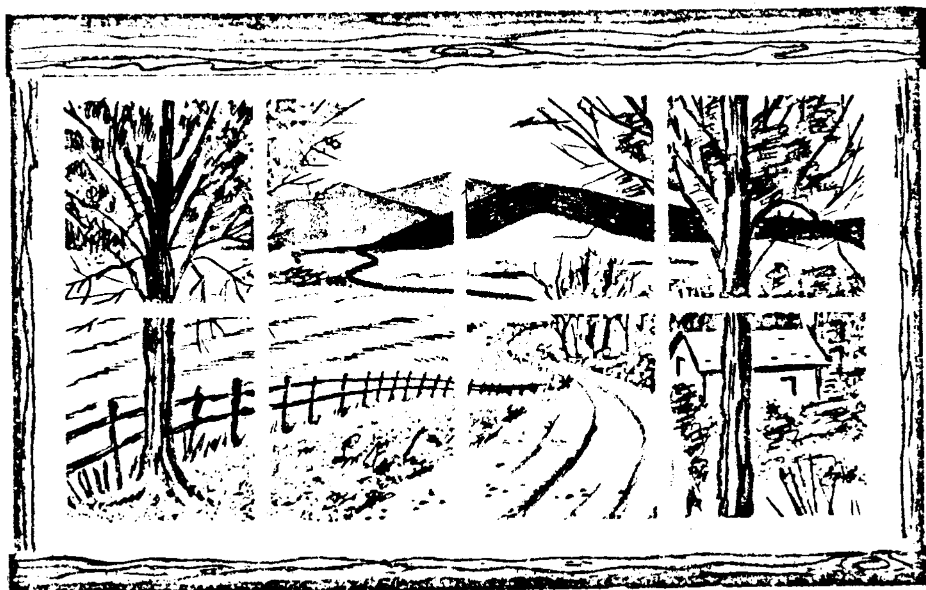
دورنما عبارتست از نمایش قسمتی از سطح زمین بصورت دورنما که تا افق ادامه داشته باشد. معمولاً دورنما را بصورت ضمائمی به گزارشها پیوست می‌نمایند تا به درک مطلب وتفهیم بیشتر گزارش کمک نماید. طراح قابل و ماهر آن است که دورنمارا بسرعت تهیه نموده و روی آن عوارضی که از نظر تفهیم مطلب و ارائه بهتر گزارش موثر باشد تاکید نماید (نگاره شماره ۱۱۶

یک نقشه و یک دورنما را با یکدیگر مقایسه کرده و وجه تشابه و همچنین اختلاف میان آندو را بخوبی نمایش می‌دهد).

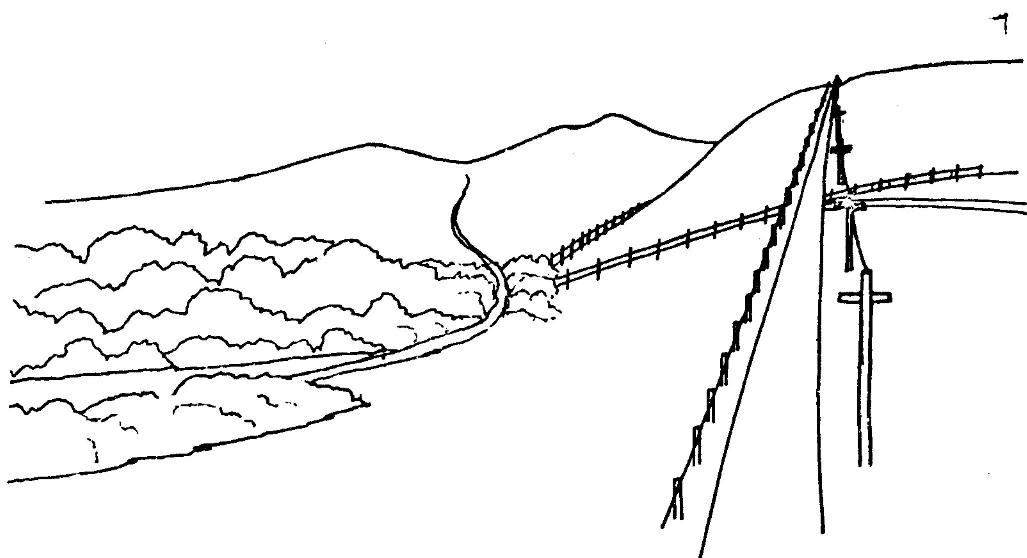
۱۰-۱) اصول کار

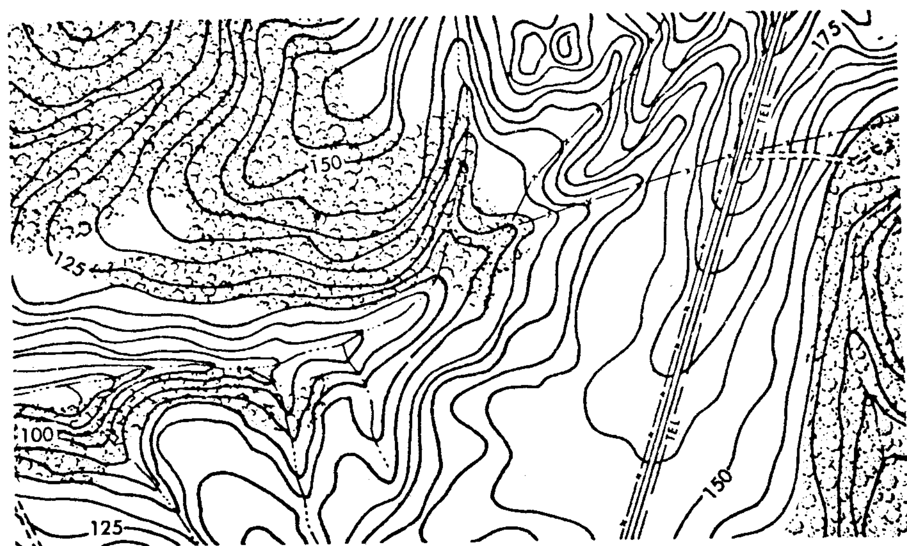
اگر از پنجره اطاق به بیرون نگاه کرده ودر حالیکه چشم را در نقطه‌ای ثابت نگه داشته‌ایم، خطوط اصلی منظره خارج را روی شیشه‌های پنجره رسم نمائیم دورنمائی بدست می‌آید که به آن تصویر پرسپکتیو می‌گویند. (نگاره ۱۱۷)

برای آشنائی بیشتر با اساس و اصول کار به تعریفهای زیر می‌پردازیم:



نگاره ۱۱۷

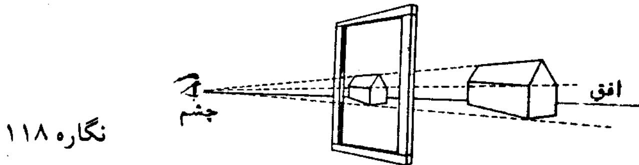




نگاره ۱۱۶

الف) خط افق
Horizon Line

خط رابط چشم ناظر و سطح افق منطقه (نگاره ۱۱۸) بطور کلی در مناطق هموار و همچنین سطح آب دریاها، خط افق مماس بر سطح زمین و یا سطح آب دریا بوده و تا کرانه‌های دوردست ادامه می‌یابد.



نگاره ۱۱۸

ب) خطوط فرار و نقطه کور

خطوط فرار، خطوط همگرائی هستند که در طبیعت با یکدیگر موازی بوده و ظاهراً بنظر می‌رسند که در نقطه‌ای بنام نقطه کور با یکدیگر برخورد نموده‌اند. (نگاره ۱۱۹)

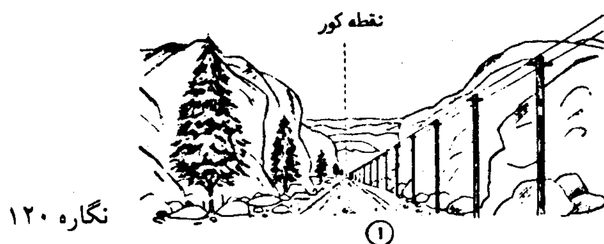


نگاره ۱۱۹

طبیعت زمین از نظر شیب و سمت و مسافت روی موقعیت نقطه کور با محل برخورد خطوط فرّار بشحر زیر اثر می‌گذارد:

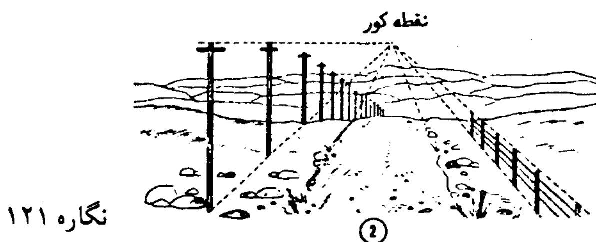
ب - ۱) - خطوط فرّاری که بدلیل افقی بودن منطقه در نقطه کوری، واقع در روی افق، یکدیگر را قطع می‌کنند. (نگاره ۱۱۹)

ب - ۲) خطوط فرّاری که بدلیل منفی بودن شیب زمین (سرازیری) در نقطه کوری واقع در زیر افق، یکدیگر را قطع می‌کنند. (شکل ۱۲۰)



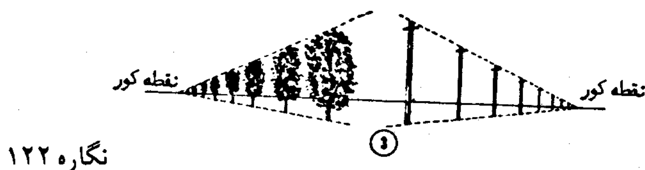
نگاره ۱۲۰

ب - ۳) خطوط فرّاری که بدلیل مثبت بودن شیب زمین (سربالائی) در نقطه کوری واقع در بالای افق، یکدیگر را قطع می‌کنند. (نگاره ۱۲۱)



نگاره ۱۲۱

ب - ۴) خطوط فرّاری که در نقطه کور، یکی در سمت راست افق و دیگری در سمت چپ افق یکدیگر را قطع می‌نماید. (نگاره ۱۲۲)



نگاره ۱۲۲

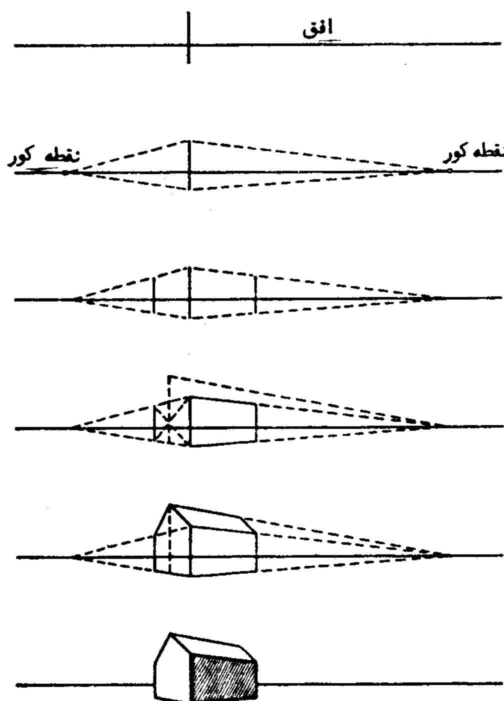
ب - ۵) بطور کلی در عمل پرسپکتیو میزان همگرائی خطوط فرّار بستگی به دیدناظر دارد بدین ترتیب که خطوط فرّار در امتداد دید ناظر وضعیت خود را حفظ کرده و به نقطه کور منتهی می‌شوند و خطوط عمود در هر حال کیفیت خویش را حفظ نموده و همواره بر سطح زمین عمود خواهند بود.

ج) اندازه ظاهری عوارض و اجسام نسبت معکوس با دوری آنها از ناظر داشته و هرچه از وی دورتر باشند کوچکتر به نظر می‌رسند.

چ) مسافت میان عوارض و اجسام نسبت معکوس با دوری آنها از ناظر داشته و هرچه از وی دورتر باشند مسافت میان آنهاکوچکتر بنظر می‌رسد. (نگاره ۱۲۳)

۱۱- مراحل تهیه تصویر پرسپکتیو

نگاره ۱۲۳ مراحل ترسیم یک خانه را بطریقه پرسپکتیو نشان می‌دهد. البته در مواقع اضطراری از عوامل رعایت این مراحل، ارائه کار دقیقی را نمی‌توان انتظار داشت. ولی ممارست و تمرین این مراحل، بهترین شیوه آموزش عاملین تهیه دورنماست و در ضمن غلط‌گیری و تصحیح دورنماهائی راکه در موقع اضطراری تهیه گردیده‌اند نیز امکان پذیر می‌سازند.

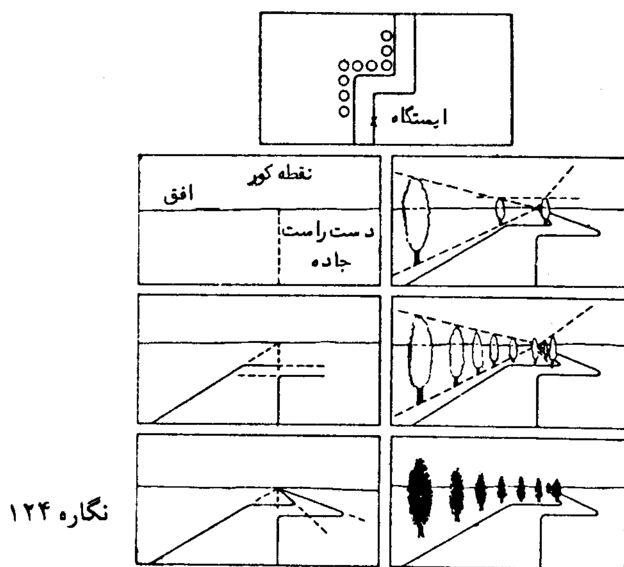


نگاره ۱۲۳

بطورکلی مراحل تهیه و ترسیم هر جسم یا عـارضه بـطریقه پـرسپکتیو در نگـاره ۱۲۴ نمایش داده شده و همان طوریکه در پلان مسطحاتی شکل (قطعه بالائی شکل) دیده می‌شود، نخستین جاده بسمت شمال رفته و سپس بسوی شرق منحرف گردیده و دوباره بسوی شمال متوجه شده و تا آنجائیکه دیده می‌شود در سطح افق همچنان بسوی شمال پیش مـی‌رود. در کنارهٔ غربی جاده، ردیف درختهای نسبتاً هم ارتفاعی قرار دارد.

بطوریکه مشاهده می‌شود آن دو قسمت از راه‌که بسوی شمال متوجه است دارای نقطه کور مشترکی بوده‌که روی افق قرار دارد. دو لبه آن قسمت از جاده‌که بسوی غرب منحرف شده است وضعیت موازی خود را همچنان حفظ نموده و ارتفاع درختان نیز در این قسـمت ثـابت مانده است.

نکته مهم این است که در تهیه دورنما باید هر چه بیشتر به سادگی توجه شود و از رسم خطوط زائد و بیجا خودداری گردد.

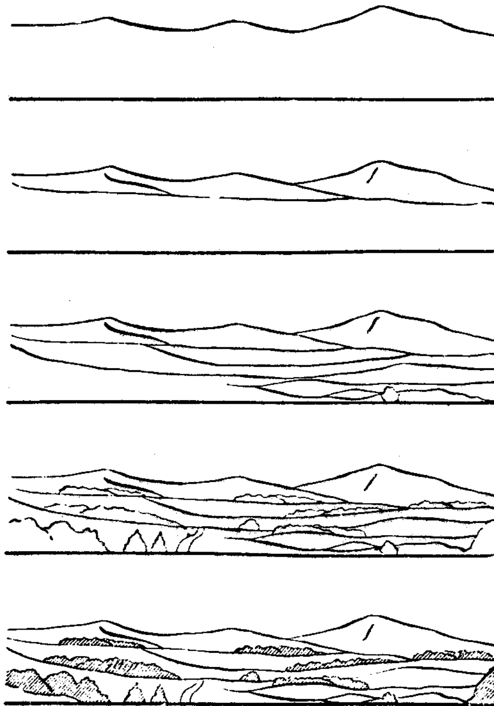


نگاره ۱۲۴

خط‌الراس کوهها و راهها از جمله عواملی هستند که می‌توانند بعنوان کنترل کـار مـورد استفاده قرار گیرند و در مراحل اولیه باید رسم گردند تا بتوان از آنها برای رسم سایر عوارض

استفادهِ نمود.

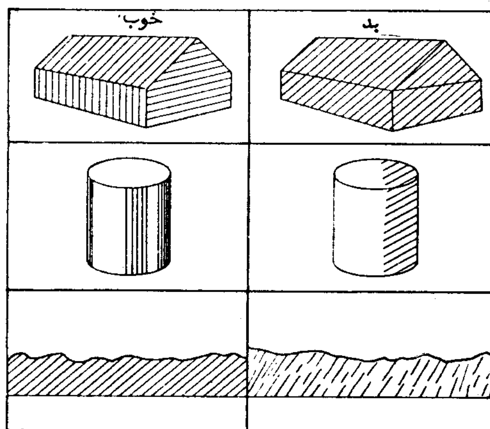
بطوریکه نگارهٔ ۱۲۵ دیده می‌شود از شلوغی کار و رسم عوارض نامناسب خودداری گردیده و حداکثر سادگی در آن رعایت شده و خطوط با سادگی هرچه تمامتر رسم شده‌اند.



نگاره ۱۲۵

حسن کار دراین است که اولاً بر سرعت کار افزوده می‌شود و علاوه بر آن محل کافی برای رسم عوارض مهم باقی می‌ماند. هرچند سلیقه عامل در تهیه دورنما نقش اساسی و مهمی دارد ولی در هر صورت بهتر است از رسم خطوط منقطع خودداری شود و هرچه ممکن است خطوط بصورت ممتد و پیوسته رسم گردند و عوارض مهم و حساس با خطوط ضخیمترو مشخصتر نمایش داده شوند. بهتر است از هاشور برای نمایش درخت‌ها و روئیدنی‌ها استفاده گردد تا زمینهای بایر از مناطق سرسبز متمامیز گردند و همچنین برای نمایش ساختمانها و دیواره‌ها و امثال آن، تناسب میان فاصله و جهت خطوط هاشور رعایت گردد. (نگاره ۱۲۶)

سایه‌زنی نیز یکی دیگر از شیوه‌هائی است که به خواناتر شدن دورنما کمک می‌کند. البته از شیوه سایه‌زنی هنگامی باید استفاده نمود که زمان به اندازه کافی موجود باشد و علاوه بر آن به اصول سایه‌زنی توجه گردد. برای این منظور کافی است از جهتی مناسب، نور بطور فرضی به منطقه دورنما تابانیده شود و نقاط مقابل آن بوسیله سایه‌زنی مشخص گردد.



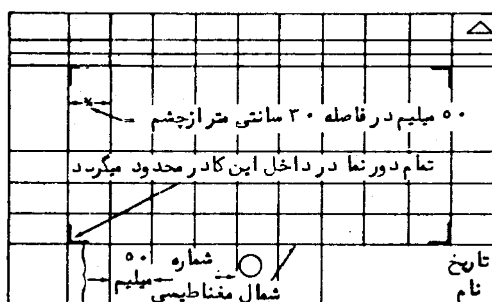
نگاره ۱۲۶

وسایل کار

وسایلی که در تهیه دورنما بکار می‌رود عبارتنداز: انواع مداد از نظر سختی ونرمی، کاغذ قطب‌نما، چاقو، مدادپاك‌کن، تخته‌کاریازیردستی وخط‌کش.

علاوه بر وسایل بالا معمولاً نقشه منطقه را نیز باید همراه داشت تا نام عوارض را از آن اقتباس و به روی دورنما منتقل نمود و برای سهولت و سرعت کار قبلاً کاغذ را متناسب با مقیاس به فواصل معینی مثلاً هر دو سانتی‌متر معادل ۵۰ میلی‌ام به طور عمودی شبکه‌بندی کرد.

بطور مثال نگاره ۱۲۷ نمونه کوچك‌شده‌ای است که خطوط عمودی آن به فاصله ۲ سانتیمتر معادل ۵۰ میلیم در طبیعت رسم گردیده که با توجه به تعداد خطوط عمودی ظرفیت نمایش منطقه‌ای را به پهنای تقریبی ۴۵۰ میلیم داراست.



نگاره ۱۲۷

تخته کار یا زیردستی نیز از جمله وسایلی است که باعث آسانی و سهولت کار گردیده و بهتر است از جنس مقاوم و استواری تهیه گردد تا از شکستگی و کج شدن خطوط جلوگیری شود.

بررسیهای مقدماتی

قبل از تهیه دورنما باید چشم‌انداز طبیعت را کاملاً مورد بررسی قرار داد و رابطه و نسبت میان عوارض مختلف را شناسائی نمود. بهتر است این مرحله از کار با مطالعه نقشه همان منطقه نیز توام گردد و حتی از دوربین‌های دوچشمی نیز برای شناخت هرچه بیشتر طبیعت بهره‌گیری شود.

۱۲- مقیاس دورنما

گرچه دورنما فاقد مقیاس یکسان و یکنواختی است ولی از نظر رعایت تناسب و رابطه میان عوارض باید نسبت مناسبی را در نظر گرفت که همان نسبت فاصله ۲ سانتیمتر معادل ۵۰ میلیم است که هم در اندازه گیریهای افقی و هم در اندازه‌گیریهای قائم بکار برده می‌شود.
گاهی اوقات بدلیل اهمیتی که ممکن است عوارض کوچک داشته باشند می‌توان از این نسبت

عدول نمود و عارضه مورد نظر را مشخص‌تر و بزرگتر از اندازه واقعی رسم نمود.

اگر طبیعت زمین آنچنان باشد که نمایش عوارض بدلیل تراکم زیاد آنها در یک دورنما امکان‌پذیر نباشد می‌توان از دو یا چند دورنما که عوارض را متمایز نشان دهد استفاده نمود.

۱۳- خط و نقطه مبنا

در تهیه دورنما قاعده کار بر این است که در منطقه مورد نظر نقطه مشخصی بنام نقطه مبنا که فاصله آن از عامل کمتر از ۵۰۰ متر نباشد انتخاب گردد، سپس تخته کار یا زیردستی بطور عمودی و بفاصله حدود ۳۰ سانتی‌متر از چشم طوری قرار داده شود که لبه بالائی آن با خط انتهائی دورنما تقریباً منطبق گردد، حال زیردستی را آنقدر به چپ و راست می‌برند تا نزدیك‌ترین خط عمودی کاغذ با نقطه مبنا منطبق شود، سپس خط را با یک فلش رو ببالا و عدد صفر مشخص نموده و آنرا خط مبنا می‌نامند و از آن برای کلیه اندازه‌گیریهای افقی استفاده می‌نمایند.

۱۴- اطلاعات حاشیه‌ای

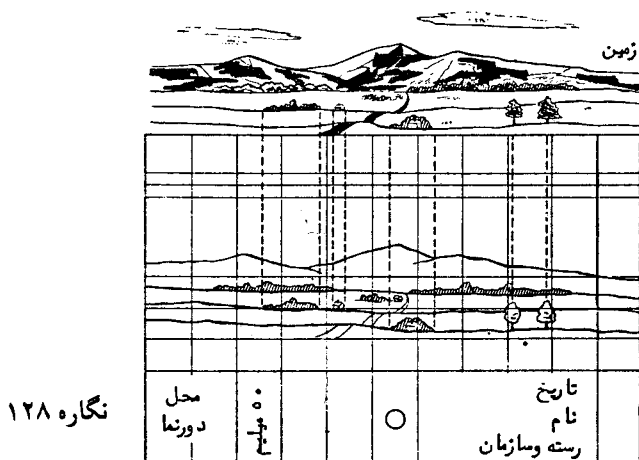
پس از رسم خط مبنا کلیه اطلاعات لازم از قبیل مقیاس، نام سازمان تهیه کننده و تاریخ باید روی کاغذ نوشته شود تا بر ارزش آن از نظر کاربری افزوده شود. علاوه بر آن بایستی جهت تهیه دورنمانیز روی آن قید گردد (مانند جهت دورنما از مرکز حاشیه زیرین به مرکز حاشیه بالائی) و در ضمن جهت شمال مغناطیس نیز بوسیله قطب‌نما روی آن مشخص شود، و همچنین نقطه‌ای که برای تهیه دورنما بعنوان ایستگاه بکاررفته است باید با دقت و وضوح هر چه تمامتر در حاشیه ذکر گردد و محل آن روی نقشه‌ای که ضمیمه دورنما خواهد شد مشخص شود.

۱۵- طرق تهیه دورنما

برای تهیه دورنما سه روش بشرح زیر وجود دارد. (نگاره‌های ۱۱۷، ۱۲۹، ۱۳۰)

۱۵-۱) روش اول

تخته کار یا زیردستی را در حالیکه ۳۰ سانتی‌متر از چشم فاصله دارد طوری نگهدارید که کمی زیر افق واقع شود. سپس بلندترین خط الراس (حدفاصل آسمان و زمین) و همچنین عوارض مشخص و چشم‌گیر را با دقت هرچه تمامتر در بالای کاغذ رسم کنید و سپس آنرا به قسمت اصلی دورنما طوری منتقل سازید که پائین‌ترین قسمت دورنما با کادربالای حاشیه آن حدود ۱ سانتی‌متر فاصله داشته باشد. (نگاره ۱۲۸)



نگاره ۱۲۸

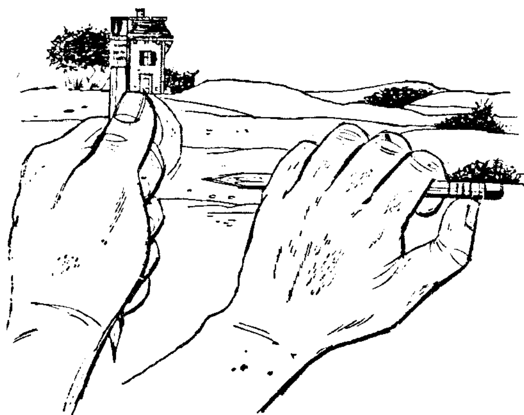
۱۵-۲) روش دوم

تخته کار یا زیردستی را به همان نحوی که در طریقه اول گفته شد نگهدارید و لبه بالای آن را با عوارض مشخص و چشمگیر واقع در پائین طبیعت مماس نمائید (نگاره ۱۲۸) و محل برخورد عوارض مذکور را بوسیله خطوط عمودی بطرف پائین و درون محلی که برای رسم دورنما درنظر گرفته‌اید رسم نمائید، این خطوط وسیله بسیار خوبی برای رسم محل واقعی عوارض روی کاغذ خواهد بود.

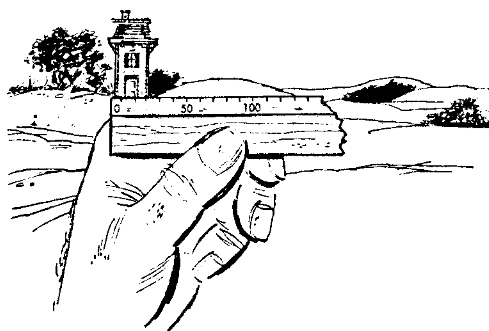
۱۵-۳) روش سوم

اندازه تصویری عوارض را به کمک یک مداد یا یک خط‌کش که به فاصله حدود ۳۰

سانتیمتر از چشم نگهداشته می‌شود تعیین می‌کنند و در ضمن فاصله تصویری آنها را نیز به همین نحو نسبت به نقطه مبداء اندازه گرفته و برروی کاغذ منتقل می‌سازند. (نگاره‌های ۱۲۹ و ۱۳۰)



نگاره ۱۲۹



نگاره ۱۳۰

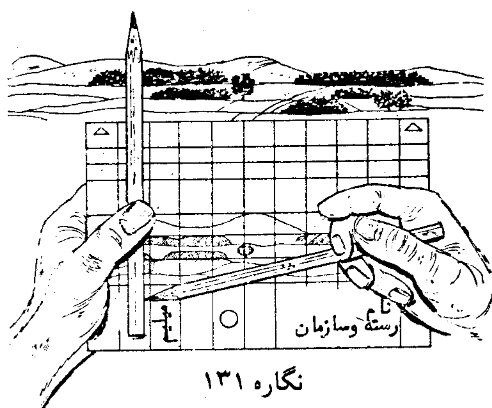
انتخاب روش

روشهای اشاره شده در بالا در مقام مقایسه هیچگونه مزیتی نسبت به هم ندارند و بهمین جهت پاره‌ای اوقات ایجاب می‌نماید که در تهیه یک دورنما ترکیبی از روشهای اشاره شده بالا مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

مزیت روش اول سادگی و سرعت آنست و بیشتر در آغاز کار یعنی زمانی که تهیه اسکلت دورنما مورد نظر باشد بکار می‌رود ولی از نظر نمایش عوارض کوچک و جزئیات، طریقه مناسبی نیست.

روش دوم نیز مانند روش اول است با این تفاوت که برای ترسیم جزئیات نیز می‌تواند مفید واقع شود. روش سوم برای اندازه فواصل و ابعاد عوارض مفید است و از نظررعایت تناسب میان عوارض و ابعاد آنها بکاربرده می‌شود.

نگاره شماره ۱۳۱ نحوه استفاده از مداد را برای ترسیم خطوط عمودی که در روش دوم به آن اشاره شد، نشان می‌دهد.



نگاره ۱۳۱

نحوه انتخاب عوارض

در انتخاب عوارضی که در دورنما نشان داده می‌شوند باید به نکات زیر توجه نمود:

الف) آن قبیل عوارض و نقاطی که بتوانند به ترسیم عوارض مهمتر کمک نمایند.

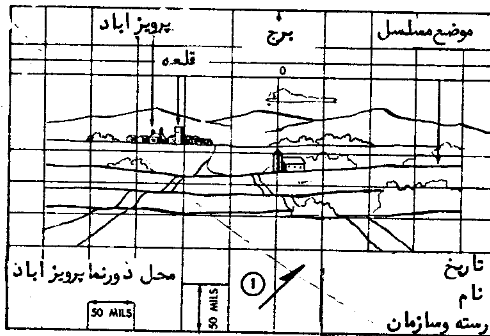
ب) از رسم عوارض زائدی که سطح دورنما را مغشوش و غیرقابل استفاده نماید خودداری گردد. بدیهی است رسم عوارضی غیر از عوارض اشاره شده در قسمت الف بستگی به کاربرد دورنما دارد. مثلاً اگر تهیه یک دورنمای کلی و جامع مورد نظر باشد باید از عوارض بیشتری استفاده نمود. در حالیکه اگر فقط تهیه دورنما از یک سری هدف‌ها و عوارض خاص مورد نظر باشد باید از رسم عوارض زائد خودداری کرد و فقط به نمایش عوارض پیرامون هدفها و مانند آن اکتفا نمود.

هنگامی که نقشه یا گرده (کروکی) منطقه، ضمیمه دورنما باشد باید به آن قبیل عوارضی که در نقشه و یا گرده وجود ندارد توجه خاص مبذول گردد و یا هنگامیکه دورنما ضمیمه گزارش می‌گردد باید به آن سری عوارضی که از نظر ارتباط و رفت و آمد دارای حساسیت

هستند توجه بیشتری گردد.

تهیه‌کنندگان دورنما باید به زمان، توجه خاصی داشته باشند و در مواقع اضطراری از اتلاف وقت خودداری کنند و وقت را بی‌جهت برای نمایش عوارض بی‌ارزش هدر ندهند.

پس از تکمیل دورنما باید عوارض مهم و برجسته را با یک فلش عمودی از بالا به پائین مشخص نمود و در انتهای فلش نام عارضه را یادداشت کرد (نگاره ۱۳۲) و هرگونه اطلاعاتی که ذکر آن مفید و ضروری باشد باید بر آن افزود.



نگاره ۱۳۲

ضمیمه:

توضیحاتی درباره نقشه‌های عملیات مشترک

نقشه‌های عملیات مشترک که خلاصه آن Joint Operation Graphic)JOG)است بقطع و اندازه نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ یعنی ۶ درجه در طول و ۴ درجه در عرض تهیه گردیده و حاوی اطلاعات لازم از نظر عملیات مشترک زمینی و هوائی است.

این نقشه‌ها در دو نوع تهیه می‌گردند، یک نوع آن برای عملیات زمینی و نوع دیگر از نظر عملیات هوائی طرح‌ریزی گردیده است که به نوع نخست، نقشه عملیات مشترک زمینی (Ground J.O.G) و به نوع دوم، نقشه عملیات مشترک هوائی (J O G Air) می‌گویند. محتویات توپوگرافی (نمایش طبیعت) هر دونوع یکی بوده و علاوه بر عوارض توپوگرافی، اطلاعات زیر نیز روی آنها نمایش داده شده است.

خطوط انتقال نیرو با رنگ بنفش مشخص گردیده و دکلهای انتقال نیرو با علائم خاصی که شباهت زیاد به شکل واقعی آن دارد نشان داده شده است و کابلهای انتقال نیرو در همان رنگ و بصورت خطوط ممتد رسم گردیده است.

فرودگاهها و تسهیلات مربوط به آن و همچنین اطلاعات مربوط به مشخصات فرودگاهها از نظر ارتفاع و نوع باند پرواز با رنگ بنفش نمایش داده شده و از نظر ناوبری هوائی و رعایت سقف پرواز مجاز، ارتفاع دکلها و عوارض مشابه نسبت به سطح دریا و همچین نسبت به سطح زمینهای مجاور نیز ذکر شده است. این نقشه‌ها فاقد حاشیه شمالی و حاشیه شرقی بوده و متن نقشه تا لبه کاغذ ادامه یافته است. حسن این کار دراین است که کنار هم چیدن نقشه‌ها را آسان‌تر نموده و نیازی به برش حاشیه‌های آن نیست. علاوه بر مشخصات بالا، شبکه‌بندی جهانی ژئورف نیز در حاشیه این نقشه‌ها نمایش داده شده است. همان طوری که اشاره شد این نقشه‌ها در دو نوع بشرح زیر تهیه می‌گردند.

الف) نقشه‌های عملیات مشترک زمینی Joint OPeration Graphic Ground

این نقشه‌ها برای استفاده یگانهای زمینی تهیه گردیده و روی آنها فقط تسهیلات هوائی ثابت و همیشگی نمایش داده شده است. واحد ارتفاعی این گونه نقشه‌ها متر بوده و ارقام منحنی‌های تراز و نقاط ارتفاعی برحسب متر منظور گردیده‌اند.

ب) نقشه‌های عملیات مشترک هوائی Joint Operation Graphic Air

این نقشه‌ها برای کاربرد یگانهای هوائی تهیه گردیده و کلیه جزئیات هوائی و آن قبیل اطلاعاتی که از نظر هوانوردی ضروری باشد روی آنها مشخص شده است، مانند برد امواج رادیوئی فرودگاهها و باندهای فرود، ارتفاع بلندترین عارضه در شبکه‌های ۱۵ دقیقه‌ای متن نقشه.

واحد ارتفاعی این گونه نقشه‌ها پا (فوت) بوده و ارقام منحنی‌های تراز و همچنین نقاط ارتفاعی برحسب پا ذکر گردیده است.

واحدهای اندازه‌گیری

سیستم متریک در اندازه‌گیریهای خطی و معادلهای آن در سیستم انگلیسی

/۰۳۹۳	اینچ	= ۰/۱ سانتیمتر	= ۱میلیمتر
۰/۳۹۳۷	اینچ	= ۱ سانتیمتر	= ۱۰ میلیمتر
۳/۹۳۷	اینچ	= ۱ دسیمتر	= ۱۰سانتیمتر
۳۹/۳۷	اینچ	= ۱ متر	= ۱۰دسیمتر
۳۲/۸۱	پا(فوت)	= ۱دکامتر	= ۱۰متر
۳۲۸/۱	پا(فوت)	= ۱هکتومتر	= ۱۰دکامتر
۰/۶۲	میل	= ۱کیلومتر	= ۱۰ هکتومتر
۶/۲۱	میل	= ۱میریامتر	= ۱۰کیلومتر

سیستم انگلیسی در اندازه‌گیریهای خطی

۱میل خشکی	= ۶۳۳۶۰اینچ	۱پا(فوت)	= ۱۲اینچ
۱میل دریائی	= ۷۲۹۶۳ اینچ	۱یارد	= ۳۶اینچ
		۱یارد	= ۳پا(فوت)
		۱میل خشکی	= ۱۷۶۰یارد
		۱میل دریائی	= ۲۰۲۶/۸یارد
		۱میل خشکی	= ۵۲۸۰ پا(فوت)
		۱ میل دریائی	= ۶۰۸۰/۴ پا(فوت)

واحدهای اندازه‌گیری قوسی (زاویه) و برابرهای آن

۰/۰۶۲۵ گراد = ۰/۰۵۶۲۵ درجه = پیرامون دایره $\frac{۱}{۶۴۰۰}$ = ۱ میلی‌ام

۵۴ دقیقه = ۰/۹ درجه = ۱۶ میلیم = $\frac{۱}{۴۰۰}$ پیرامون دایره = ۱ گراد

تقریباً ۱/۱ گراد = تقریباً ۱۷/۸ میلیم = $\frac{۱}{۳۶۰}$ پیرامون دایره = ۱ درجه

اندازه فواصل نقشه‌ای در مقیاسهای گوناگون

مقیاس	یک سانتیمتربرابراست‌با	یک اینچ‌برابراست‌با
۱:۵۰۰۰	۵۰متر ۱۶۴ پا (فوت)	۴۱۶/۶۷ پا (فوت) ۱۲۷ متر
۱:۱۰۰۰۰	۱۰۰متر ۳۲۸/۱ پا(فوت)	۸۳۳/۳۳ پا (فوت) ۲۵۴ متر
۱:۱۲۵۰۰	۱۲۵ متر ۴۱۰/۱ پا (فوت)	۱۰۴۱/۶۶ پا(فوت) ۳۱۷ متر
۱:۲۰۰۰۰	۲۰۰متر ۶۵۶/۲ پا (فوت)	۱۶۶۶/۷ پا(فوت) ۵۰۸ متر
۱:۲۵۰۰۰	۲۵۰متر ۸۲۰/۲ پا (فوت)	۲۰۸۳/۳ پا(فوت) ۶۳۵ متر
۱:۵۰۰۰۰	۵۰۰متر ۱۶۴۰/۴ پا(فوت)	۴۱۶۶/۷ پا(فوت) ۱۲۷۰ متر
۱:۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰ متر ۳۲۸۰/۸ پا (فوت)	۸۳۳۳/۳ پا(فوت) ۲۵۴۰ متر
۱:۲۵۰۰۰۰	۲۵۰۰ متر ۸۲۰۲/۰ پا(فوت)	۲۰۸۳۳ پا(فوت) ۶۳۵۰ متر
۱:۵۰۰۰۰۰	۵۰۰۰ متر ۱۶۴۰۴ پا(فوت)	۴۱۶۶۷ پا(فوت) ۱۲۷۰۰ متر
۱:۱۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰ متر ۳۲۸۰۸ پا(فوت)	۸۳۳۳۳ پا (فوت) ۲۵۴۰۰ متر